

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

DIPLOMSKI RAD

Ante Kuliš

0035179201

Zagreb, 2015. godina

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

DIPLOMSKI RAD

Mentori:

Prof. dr. sc. Nedeljko Štefanić, dipl. ing.

Student:

Ante Kuliš

Zagreb, 2015. godina

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno koristeći stečena znanja tijekom studija i navedenu literaturu.

Zahvaljujem se obitelji, prijateljima i kolegama koji su mi pomagali i podupirali me tijekom čitavog školovanja i pisanja ovog diplomskog rada.

Posebno zahvaljujem mentoru prof.dr.sc. Nedeljku Štefaniću koji mi je svojim znanjem, iskustvom i savjetima pomogao pri izradi ovog rada.

Ante Kuliš



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE



Središnje povjerenstvo za završne i diplomske ispite
Povjerenstvo za diplomske ispite studija strojarstva za smjerove:
proizvodno inženjerstvo, računalno inženjerstvo, industrijsko inženjerstvo i menadžment, inženjerstvo materijala i mehatronika i robotika

Sveučilište u Zagrebu Fakultet strojarstva i brodogradnje	
Datum	Prilog
Klasa:	
Ur.broj:	

DIPLOMSKI ZADATAK

Student: **ANTE KULIŠ**

Mat. br.: 0035179201

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **PLANIRANJE I UPRAVLJANJE PROIZVODNOM KORIŠTENJEM KANBAN SUSTAVA**

Naslov rada na engleskom jeziku: **PRODUCTION PLANNING AND CONTROL USING KANBAN SYSTEM**

Opis zadatka:

Primjenom principa i alata Vitkog menadžmenta može se u relativno kratkom vremenu optimizirati korištenje resursa poduzeća u proizvodnim procesima te otkloniti različiti gubici koji se učestalo ponavljaju pri upravljanju proizvodnjom. Kada se promatra utjecaj svih funkcija proizvodnog poduzeća na njegovu ukupnu uspješnost, sve se više uočava važnost procesnog povezivanja poslova konstrukcije, tehnološke pripreme te operativne pripreme. Kako je upravo proizvodnja krajnji korisnik njihovih rezultata to se greške u spomenutim procesima i gubici u vremenima značajno odražavaju na efikasnost i uspješnost proizvodnje. U zadnjih nekoliko godina sve veće proizvodne tvrtke primjenjuju Vitke principe i alate od konstrukcije pa sve do same proizvodnje.

U radu je potrebno:

- detaljno objasniti principe i alate Vitkog menadžmenta
- primijeniti procesni pristup u inženjerskim i proizvodnim funkcijama poduzeća
- detaljno objasniti Kanban sustav te ga primijeniti na odabranom proizvodu
- razraditi metodologiju implementacije Kanban sustava u proizvodnji
- razraditi sustav praćenja efikasnosti proizvodnje i proizvodnih procesa (metrika pokazatelja uspješnosti)
- sistematizirati softverske alate koji se koriste u području Vitkog menadžmenta (a posebno kod Kanban sustava) te primijeniti najpogodniji na odabranom realnom primjeru iz prakse

Zadatak zadan:

13. studeni 2014.

Rok predaje rada:

15. siječnja 2015.

Predviđeni datum obrane:

21., 22. i 23. siječnja 2015.

Zadatak zadao:

Prof.dr.sc. Nedeljko Štefanić

Predsjednik Povjerenstva:

Prof. dr. sc. Franjo Cajner

SADRŽAJ

Popis slika	I
Popis tablica	III
Sažetak	IV
Summary	V
1. UVOD	5
2. LEAN	2
2.1. Općenito o Leanu	2
2.2. Pet osnovnih načela Lean proizvodnje	5
2.3. Gubici i sistematizacija gubitaka.....	6
2.4. Usporedba poduzeća masovne proizvodnje i Lean poduzeća	10
2.5. Izbor Leana kao metodologije u proizvodnji	11
2.6. Deset najboljih proizvođača koji koriste Lean	14
2.7. Iskustva i rezultati korištenja Lean menadžmenta	16
2.7.1. Nike.....	16
2.7.2. Caterpillar, Inc.	18
2.7.3. Toyota.....	20
2.7.4. Amsterdamska bolnica	21
2.7.5 Rezultati korištenja Lean menadžmenta.....	22
2.8. Formule i termini koji se koriste u Lean menadžmentu	23
3. PRISTUP U INŽENJERSKIM I PROIZVODNIM FUNKCIJAMA PODUZEĆA	26
3.1. Inženjerski pregled	28
3.1.1. Formula za stvaranja inženjerske inteligencije	29
3.2. Rješenja na temelju Lean inženjerstva	31
3.2.1. Poslovno opravdana rješenja	33
3.3. Zaključak o Lean inženjerstvu	34
4. LEAN ALATI	36
4.1. 5S proces	38
4.2. Kaizen.....	40
4.3. Kaikuku	42

4.4. Jidoka	43
4.5. JIT- Just In Time	44
4.6. 5 x Zašto	46
5. KANBAN.....	48
5.1. Općenito o Kanbanu i njegova povijest	48
5.2. Implementacija Kanbana.....	51
5.2.1. Koraci pri implementaciji	51
5.2.2. Temeljne osobine i ciljevi implementacije Kanbana.....	57
5.2.3. Prednosti implementacije Kanban sustava	60
5.2.4. Moguće greške prilikom implementacije Kanban sustava	62
5.3. Posljedice korištenja Kanbana.....	63
5.4. Praktični primjer korištenja Kanbana.....	65
6. PRIMJENA KANBAN SUSTAVA U PROIZVODNJI STOLARIJE	67
6.1. Općenito o Artum3 poduzeću	67
6.2. Povijest i poslovna filozofija Artum3 poduzeća	68
6.3. Način rada i proizvodnje	70
6.4. Implementacija Kanban sustava.....	73
6.5. Utjecaji i ciljevi Kanban sustava u Artum3 poduzeću	77
6.6. Rezultati primjene Kanban sustava	78
6.6.1. Lean metrika uspješnosti Artum3 poduzeća	80
7. SOFTVERSKI ALATI U LEAN MENADŽMENTU	83
7.1. Lean softverski alati	83
7.1.1. AgileZen	83
7.2. Kanban softverski alati.....	86
7.2.1. LeanKit	86
7.2.2. Kanban Tool.....	90
7.2.3. Kanbanize	92
7.2.4. Kanbanery	95
7.3. Primjena softvera.....	96
8. ZAKLJUČAK	100
LITERATURA.....	102

Popis slika

- Slika 2.1. Prikaz bitnih Lean menadžment čimbenika
- Slika 2.2. Pet osnovnih načela Lean proizvodnje
- Slika 2.3. Sedam vrsta gubitaka u proizvodnji
- Slika 2.4. Caterpillarova Lean metodologija Lean Stair Step
- Slika 2.5. Model Toyotinog proizvodnog sustava
- Slika 2.6. Grafički prikaz VAT i NVAT
- Slika 3.1. Principi Lean inženjerstva
- Slika 3.2. Lean Inženjerstvo prema D3 Technologies-u
- Slika 4.1. Utjecaj Lean alata na proizvodnju
- Slika 4.2. Model Izradi – mjeri – uči
- Slika 4.3. Prikaz 5S procesa
- Slika 4.4. PDCA ciklus
- Slika 4.5. Razlika između Kaizena i Kaikikua na grafu učinkovitosti
- Slika 4.6. Primjer rada bez i sa Jidokom
- Slika 5.1. Primjer obične ploče na kojoj se koristi Kanban s post-it naljepnicama
- Slika 5.2. Odabir izvora i prioriteta
- Slika 5.3. Prikaz postavljanja ograničenja
- Slika 5.4. Detaljniji prikaz Kanban ploče s karticama
- Slika 5.5. Dio Kanban ploče
- Slika 5.6. Korak 1, preopterećenost stupca “test”
- Slika 5.7. Korak 2, način na koji oslobađamo stupac “test”
- Slika 5.8. Korak 3, način nadomještanja svakog oslobođenog mjesta iz prethodnog stupca
- Slika 6.1. Logo poduzeća Artum3 d.o.o.
- Slika 6.2. 3D prikaz kuhinje u softverskom alatu
- Slika 6.3. Nacrt kuhinje u softverskom alatu
- Slika 6.4. Virtualni prikaz vizualizacije tijeka rada
- Slika 6.5. Grafički prikaz Lean metrike u Artum3 poduzeću

- Slika 6.6. Fotografije kuhinje nakon zadnjeg koraka montaže
- Slika 7.1. Vizualni prikaz AgileZen softvera
- Slika 7.2. Prikaz uspješnosti kroz AgileZen softver
- Slika 7.3. LeanKit logo i njihova tri osnovna načela
- Slika 7.4. LeanKit softver izvedba jednostavne Kanban ploče
- Slika 7.5. Prikaz tijeka rada na Kanban ploči u LeanKit softveru
- Slika 7.6. Timski rad na touchscreen monitoru
- Slika 7.7. Grafički prikaz mjerenja efikasnosti
- Slika 7.8. Osnovna Kanban ploča
- Slika 7.9. Vremenski ovisna Kanban ploča
- Slika 7.10. Kanban ploča ovisna o događajima
- Slika 7.11. Kanban ploča za razvoj proizvoda
- Slika 7.12. Kanban ploča za upravljanje prodajom
- Slika 7.13. Uobičajeni izgled Kanban ploče u Kanbanize softveru
- Slika 7.14. Dijagram raspodjele zadataka i dijagram kreiranih i izvršenih zadataka
- Slika 7.15. Logo Kanbanery softvera
- Slika 7.16. Mogućnost dodavanja novih zadataka
- Slika 7.17. Prikaz jednostavnog premještanja zadatka kada je posao obavljen
- Slika 7.18. Kanbanery Kanban ploča na početku
- Slika 7.19. Kanban ploča Artum3 proizvodno sustava u Kanbanery softveru, 1. dio
- Slika 7.20. Kanban ploča Artum3 proizvodno sustava u Kanbanery softveru, 2. dio
- Slika 7.21. Kanban ploča Artum3 proizvodno sustava u Kanbanery softveru, 3. dio

Popis tablica

- Tablica 1. Posljedice gubitaka po Lean proizvodnji
- Tablica 2. Usporedba poduzeća masovne proizvodnje s Lean poduzećem
- Tablica 3. Rezultati korištenja Lean menadžmenta
- Tablica 4. Vrijeme (radni dan) po koracima proizvodnje, prije i tijekom primjene Kanbana
- Tablica 5. Tablica Lean metrike prije i nakon primjene Lean principa

Sažetak

Tema ovog diplomskog rada je primjena Lean (vitke) metodologije i jednog o njegovih alata, a to je Kanban. U prvom dijelu rada opisana su osnovna načela, prednosti i nedostaci Lean metodologije. U nastavku teksta, kroz primjer velikih svjetskih kompanija, prikazani su rezultati i način primjene. Lean ulazi u sve dijelove poduzeća u kojemu se primjenjuje te osim Lean menadžmenta postoji i Lean razmišljanje, administracija, proizvodnja te mnoga druga područja primjene. Pristup inženjerskim i proizvodnim funkcijama poduzeća koji je opisan u radu, može jednostavno prikazati rješenja koja se nude i pozitivne rezultate koje stvara proizvodnja radi korištenja Leana. Za vrijeme procesa razvijanja Lean proizvodnje osmišljeni su mnogi alati koji su obrađeni u tekstu, dok je Kanban alat koji je detaljno opisan u drugom dijelu rada. Osim njegovih temeljnih osobina, prikazan je i način implementacije. Kroz primjenu Kanban sustava u proizvodnji stolarije i namještaja u poduzeću Artum3 d.o.o., najbolje su prikazani rezultati, utjecaji i ciljevi koje ostvaruje ovaj Lean alat. U tablici Lean metrike najbolje se vidi uspješnost primjene Kanbana. Na kraju rada prikazana je nekolicina softverskih alata koji se mogu koristiti kada je u pitanju primjena Leana, odnosno Kanbana.

Ključne riječi: Lean proizvodnja, Lean menadžment, Lean alati, Kanban, Lean softver, Kanban softver

Summary

The topic of this paper is the application of Lean methodology and Kanban as on if it's tools. In the first part, this paper describes the basic principles, advantages and disadvantages of Lean methodology. In the following, method of application and the results are shown through the example of the world's great companies. Lean enters all parts of the company in which it applies, and in addition to Lean Management and Lean thinking we know, administration, manufacturing and many other areas of application. As described, access to the engineering and manufacturing functions of the company can easily show solutions and positive results in the production because of Lean. During Lean production process development many tools were created and are described in text below. Kanban is one of the Lean tools described in details in the second part of this paper. Besides it's basic characteristics, implementation principles are explained. Results impacts and goals achieved through this Lean tool are best explained by using Kanban system in manufacturing furniture and joinery in company Artum3 Ltd. Successful application of Kanban is best seen in the Lean metrics table. Finally, the paper presents a number of software tools that can be used when it comes to the application of Lean and Kanban.

Key words: Lean manufacturing, Lean management, Lean tools, Kanban, Lean software, Kanban Software

1. UVOD

Lean je riječ koja dolazi iz engleskog govornog područja i u doslovnom prijevodu znači vitko ili tanko. Ona se u ovom slučaju odnosi na različite pojmove upravljanja te menadžmenta. Lean gledamo kao jednu vrstu filozofije koja se odnosi na proizvodnju, odnosno na projektiranje i održavanje. Lean se može koristiti unutar cijele industrije, odnosno unutar svih poduzeća.

Prva pojava datira iz ranog razdoblja 50-tih godina 20. stoljeća i to iz predjela Japana, točnije iz Toyotine proizvodnje. Prvi put je službeno primijenjen u knjizi Womacka i Jonesa. Ta knjiga se naziva „The machine that changed the world“. Pod smisao vitke proizvodnje spada smanjenje zapravo svih parametara proizvodnje. Pri tome mislimo na smanjenje pogona, manja skladišta, manje vremena, manje potrebe ljudskog napora, manje investicija, a samim time i kapitala.

Lean poznaje mnoge alate koji mu pomažu pri provođenju planiranih projekata i procesa. Tako poznajemo Kaizen, Jidoku, 5S proces, Kaikuku, Just In Time, 5 x Zašto, Kanban i još mnoge druge. Zato što se ovaj diplomski rad odnosi pretežito na Kanban, on će biti izdvojen kao primjer.

Kanban zapravo je prvi alat koji se koristio u Japanu i kojeg je razvijao Taichi Ohno. To je razdoblje Toyote od 1950. godine pa sve do 1962. godine i odnosio se na procese lijevanja i kovanja. Nakon toga, 10 godina kasnije Kanban u potpunosti u Toyoti prelazi u Kaizen.

Nakon usvajanja gradiva obrađenog u ovom radu, čitatelj bi trebao dobiti uvid u princip rada Leana, Lean alate te njegove prednosti i nedostatke. Također čitatelj će detaljno saznati više o Kanbanu nego o drugim Lean alatima. U završnom dijelu rada nalazi se primjer kako funkcionira Kanban na proizvodnji namještaja u sklopu poduzeća Artum3.

Kako znamo da je danas IT sektor važan dio svakog poduzeća, tako znamo da je razvijanje aplikacija za osobna računala i za pametne telefone jako bitno. Mnogi softveri odnosno aplikacije danas postoje na tržištu te će u ovom radu biti prikazane samo generalno najbolje i one koje najviše odgovaraju našem realnom primjeru iz prakse.

2. LEAN

Lean je riječ koja u doslovnom prijevodu znači tanko ili vitko, a postala je glavni termin za različite koncepte upravljanja, odnosno menadžmenta. Lean proizvodnja, odnosno vitka proizvodnja jedna je vrsta proizvodne filozofije koja je razvijena u Japanu. Bilo da se Lean odnosi na proizvodnju, projektiranje ili održavanje, termin Lean se koristi u svim granama industrije. [1]

2.1. Općenito o Leanu

Početni i najraniji oblici Lean-a potječu iz Japana, odnosno točnije iz Toyote koja je ranih 60-tih godina prošlog stoljeća razvila sustav poboljšavanja proizvodnje. Glavni pokretač ove proizvodne filozofije bio je inženjer Taiichi Ohno.

Cilj Lean filozofije je postizanje stanja u kojemu se svi resursi isključivo koriste za dodavanje vrijednosti proizvodu, a sve ostale aktivnosti za koje se ispostavi da stvaraju gubitke, se eliminiraju. Drugačije rečeno, Lean omogućuje poboljšanja uklanjanjem suvišnih pojava, a suvišnim se smatra sve što ne predstavlja vrijednost iz perspektive kupca, odnosno sve aktivnosti koje ne doprinose stvaranju dodane vrijednosti (engl.waste).

Pojam dolazi iz SAD-a kao rezultat analize provedene na institutu Massachusetts Institute of Technology (MIT). Obavljena je analiza za američku automobilsku industriju u svrhu tumačenja japanskih proizvođača automobila, odnosno u cilju pronalaženja ključa uspjeha japanskih proizvođača (Womack, 1992.). Naravno, Lean proizvodnja nije ograničena samo na automobilsku industriju već se može primijeniti na sve funkcije unutar poslovnog sektora, kao i na odnose s dobavljačima. [2]

Također, može biti definirana kao pristup proizvodnji koji zapošljava kvalificirane radnike za šire područje, koristi međufunkcionalne timove, integrirane komunikacije, partnerstvo s dobavljačima i visokofleksibilne automatizirane strojeve za proizvodnju raznovrsnih proizvoda. Koncept Lean proizvodnje podrazumijeva širenje poslova zaposlenika do svojih maksimuma i jačanje njihove odgovornosti. To je u potpunoj suprotnosti s repetitivnim proizvodnjama, kod kojih se skida odgovornost i razmišljanje o poslu da bi ga se pojednostavnilo do maksimuma.

Ova filozofija temelji se na upravljanju znanjem i promjenama te je vrlo zahtjevna za zaposlenike. Takvo poduzeće trebalo bi osiguravati najveće moguće približavanje savršenstvu u proizvodnji i ukupnom poslovanju, što naravno nije lako. U Lean poduzećima rade zaposlenici koji prije samog početka korištenja Lean filozofije, moraju prihvatiti takav način rada i figurativno rečeno moraju "postati Lean". Takva poduzeća trebaju osigurati zaposlenike s iskustvom, znanjima i vještinama. Iskustvo će se postići s vremenom, ali za to mora postojati podloga. Znanje i vještine dolaze s edukacijom i treningom, pa menadžment poduzeća mora razumjeti te potrebe i kontinuirano educirati te osposobljavati vlastite zaposlenike. [6]

Lean menadžment u poduzeću okružen je mnogim stvarima koje utječu na njega i koje se oko njega razvijaju. Na slici 2.1. grafički je jasno prikazano kako određeni aspekti uz Lean menadžment utječu na njega.



Slika 2.1. Prikaz bitnih Lean menadžment čimbenika [13]

Ona omogućuje da se proizvodi više, uz korištenje manje ljudskog truda, strojeva, vremena i prostora, a istovremeno pružajući klijentima upravo ono što traže. Osim povećanja produktivnosti, pozitivni efekti vitke proizvodnje očituju se i u kvaliteti i raznovrsnosti proizvoda što omogućava zadovoljstvo klijenata u što kraćem vremenskom razdoblju.

„Vitkost“ zapravo predstavlja način poslovanja gdje se rade prave stvari, na pravom mjestu, u pravo vrijeme i u pravim količinama, uz minimiziranje otpada. Također poslovanje postaje fleksibilno i otvoreno za promjene. Stalno usmjeravanje prema savršenstvu očituje se u konstantnom smanjivanju troškova, principu nula pogrešaka i nula zaliha.

Sustavnim i neprekidnim Lean programom postiže se:

- Eliminacija aktivnosti koje ne dodaju vrijednost, a troše resurse
- Smanjenje kapitala vezanog u zalihama
- Poboljšanje protočnosti procesa
- Pravovremenost isporuka
- Fleksibilnost i pripravnost na zahtjeve tržišta
- Bolju iskorištenost prostornih resursa
- Bolju iskorištenost ljudskih resursa
- Neprestano povećanje znanja

Načela, filozofija i praksa Lean-a je u najefikasnija prilikom primjene na cjelokupno poduzeće. Prilikom te primjene Lean se nalazi u sljedećim oblicima:

- **Lean proizvodnja** (Lean Manufacturing ili Lean Production) je težnja za smanjenjem troškova u proizvodnom procesu, uz smanjeno pojavljivanje škarta te uz maksimalno pojednostavljenje rada i skraćanje rokova isporuke.
- **Lean administracija** (Lean Office ili Lean Administration) je skup metoda koje se mogu koristiti za optimiranje procesa i učinkovitije iskorištavanje postojećih potencijala.
- **Lean menadžment** uključuje upravljanje i provedbu Lean-a u poduzeće, kao i kadrovske službe. Lean menadžment ima jedan jednostavan cilj: izbjeći gubitke u svakom mogućem obliku ili izgledu.

- **Lean razmišljanje** (Lean Thinking). Zbog toga što Lean nije samo skup "alata" i tehnika potrebno je unutar poduzeća primijeniti novi sustav poslovanja, koji će promijeniti djelovanje i ophodnju zaposlenika prema poslu i međusobno. [7]

2.2. Pet osnovnih načela Lean proizvodnje

U knjizi naslova "Lean Thinking", autori Womack i Jones popularizirali su smisao uvođenja modela Leana na temelju toga što Lean koristi svoju logiku prije nego kopirajući druge tehnike. U samoj knjizi proučeno je mnogo primjera, koji su prikazani uz pomoć usporedbi "prije i nakon" uvođenja istog. Autori postavljaju pet osnovnih načela Lean razmišljanja koji kad su provedeni u redoslijedu generiraju temelj visokog učinka Lean proizvodnje. [2]

U nastavku je prikazano prethodno spomenutih pet osnovnih načela po Womacku i Jonesu:

1. Vrijednosti

- Utvrditi vrijednost proizvoda ili usluge za koju je kupac spreman platiti.

2. Tok vrijednosti

- Ustanoviti korake TOKA VRIJEDNOSTI i kad god je moguće ukloniti korake koji ne dodaju vrijednost. Pokazuje se uz pomoć mapa toka vrijednosti.

3. Tijek

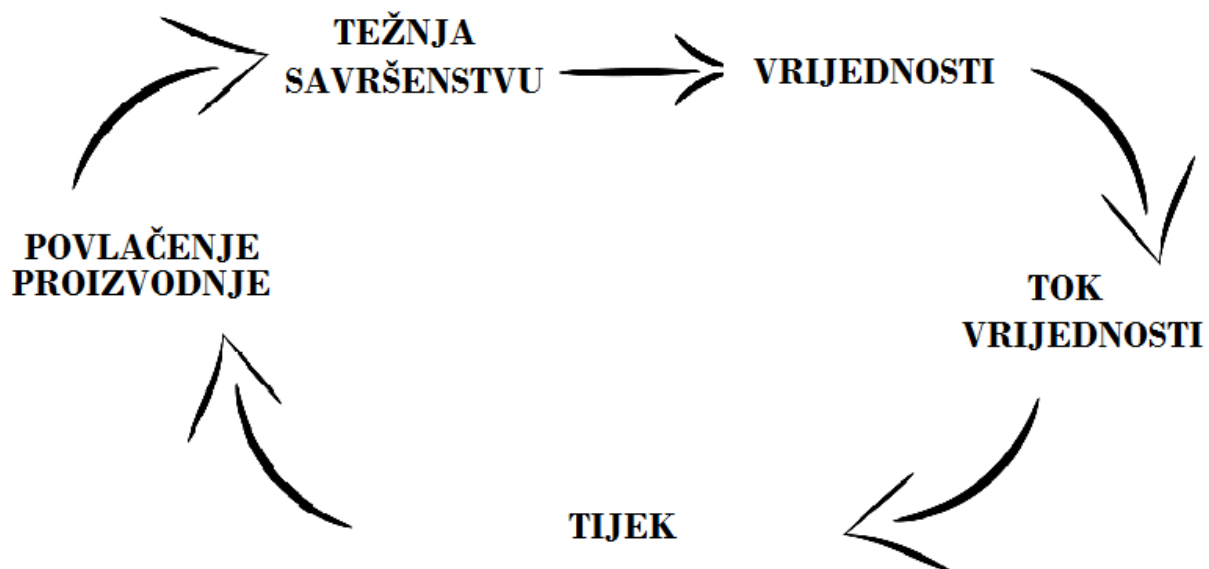
- Težiti tome da najveći udio trajanja procesa imaju aktivnosti koje direktno dodaju vrijednost samom proizvodu.

4. Povlačenje proizvodnje

- eng. PULL, podrazumijeva da je narudžba kupca okidač koji će pokrenuti sve aktivnosti procesa.

5. Težnja savršenstvu

- Uz ponavljanje prethodna četiri koraka, točno se određuje vrijednost, ustanove se svi koraci u toku vrijednosti te se ustanovi koji koraci stvaraju gubitke, a nakon toga se uvodi tok materijala i sustav povlačenja materijala.



Slika 2.2. Pet osnovnih načela Lean proizvodnje

Držeći se ovih načela Lean proizvodnje moguće je postići sve navedene ciljeve za poboljšanje poduzeća.

2.3. Gubici i sistematizacija gubitaka

Prema definiciji Lean proizvodnje pojavljuje se ukupno sedam glavnih tipova gubitaka (eng. nonvalue-added waste) u poslovanju ili u procesu proizvodnje. Gubitci koji se tako pojavljuju mogu se analizirati kroz razvoj proizvoda, primanje narudžbi i mnoge logističke i druge poslove, a ne samo kroz domenu procesa proizvodnje. [8]

Podjela se odnosi na sedam temeljnih gubitaka:

1. Prekomjernu proizvodnju

- Stvaranje proizvoda koji se ne mogu plasirati na tržište
- Stvaranje dokumentacije koju nitko ne zahtijeva ili koja se neće kasnije koristiti
- Slanje uputa prema previše ljudi, odnosno proizvodnja za koju ne postoji kupac

2. Transport

- Nepotrebno kretanje materijala između operacija ili između skladišnih površina
- Neučinkovitost transporta informacija
- Neuspješna komunikacija: gubitak podataka, nekompatibilnost, nepouzdanost informacija

3. Čekanje/Zastoj

- Vrijeme čekanja materijala između operacija
- Čekanje radnika na strojevima ili čekanje materijala
- Čekanje na isporuku, radi toga što kasni sirovina ili sl.

4. Prekomjerna obrada

- Predimenzionirani strojevi, kriva ili nedostajuća tehnološka oprema, pripremno-završno vrijeme, čišćenje između obrade
- Previše procesa obrade
- Predetaljna obrada u smislu lošeg projektiranja proizvoda, koje zahtjeva previše koraka obrade

5. Zalihe

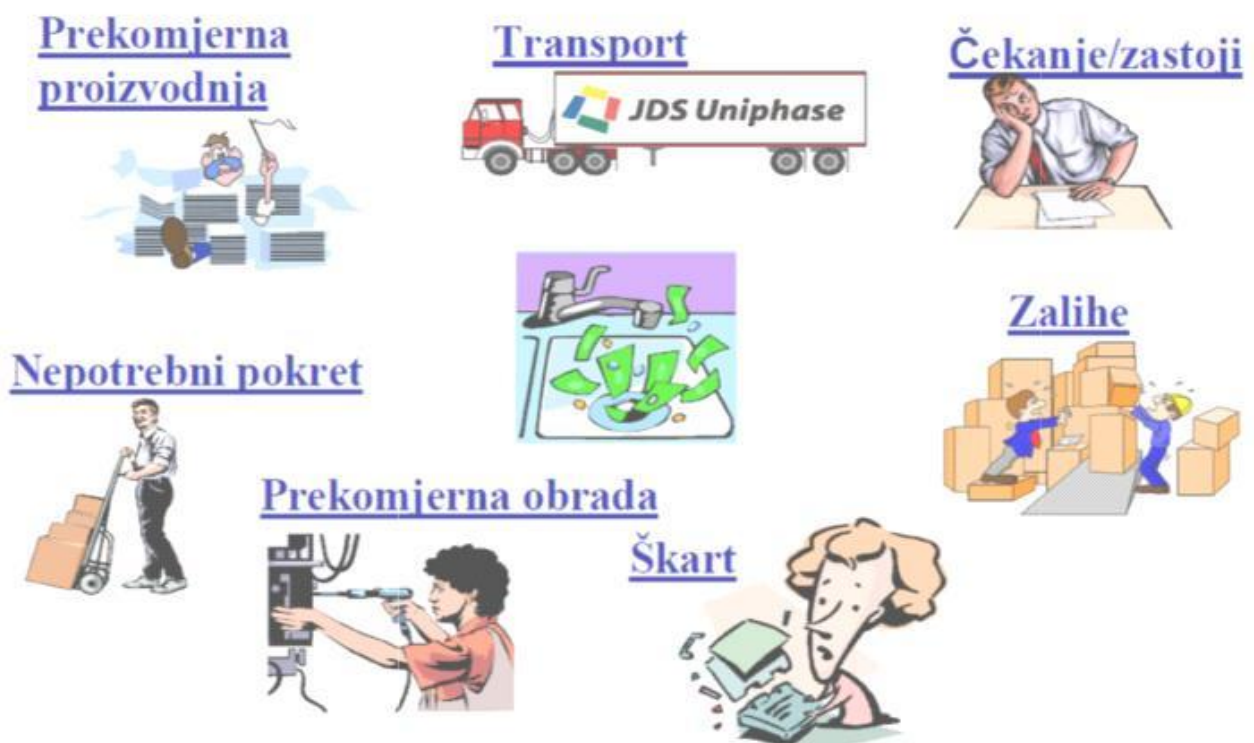
- Nepotrebno gomilanje velikih zaliha koja je povezana s prekomjernom proizvodnjom, gdje onda dolazi do "zamrznutog kapitala" u skladištima

6. Nepotrebni pokreti

- Loš raspored strojeva
- Nepotrebno gibanje zaposlenika

7. Škart

- Prekid toka proizvodnje zbog grešaka, trošenje vremena i sredstava za analizu pogreške i za otklanjanje uzoraka



Slika 2.3. Sedam vrsta gubitaka u proizvodnji [8]

Tablica 1. Posljedice gubitaka po Lean proizvodnji

GUBICI	UZROCI	POSljedICE
Prekomjerna proizvodnja	<ul style="list-style-type: none"> • Uobičajena proizvodnja određenog broja proizvoda, bez praćenja potreba • Dugo vrijeme proizvodnje • Razmišljanje „od viška glava ne boli“ 	<ul style="list-style-type: none"> • Pad vrijednosti dionica • Gubljenje kapitala na sirovini i gotovim proizvodima • Utjecaj na stvaranje nepotrebnih zaliha • Zauzimanje prostora
Transport	<ul style="list-style-type: none"> • Prekomjerna proizvodnja • Mala skladišta • Odvojena postrojenja, gdje se proizvod mora transportirati iz postrojenja u postrojenje da bi se završio 	<ul style="list-style-type: none"> • Stvara velik trošak, jer je potrebno plaćati osoblje za rukovanje materijalom • Stvara čekanje koje generira troškove • Postoji mogućnost oštećenja proizvoda
Čekanje/Zastoj	<ul style="list-style-type: none"> • Neusklađeni proizvodni proces • Nepouzdan proizvodni proces • Manjak informacija • Prekomjerna proizvodnja i transport stvaraju čekanje 	<ul style="list-style-type: none"> • Vrijeme je novac, čekanje nikad nije poželjno • Plaćaju se zaposlenici, koji čekaju u trenutku kada bi mogli raditi • Trenutno čekanje se pretvara u kasnije prekovremeni rad koji se dodatno plaća
Prekomjerna obrada	<ul style="list-style-type: none"> • Nejasni standardi i specifikacije • Needuciranost zaposlenika • Pretjerana preciznost proizvodnje 	<ul style="list-style-type: none"> • Trošak u vidu plaćanja zaposlenika za rad koji ne bi trebali obavljati • Trošak materijala i održavanja opreme • Smanjenje učinkovitosti
Zalihe	<ul style="list-style-type: none"> • Prekomjerna proizvodnja • Veća proizvodnja od potreba kupaca • Neorganiziranost 	<ul style="list-style-type: none"> • Prekomjerni pokreti • Fizička prenatrpanost skladišta • Nemogućnost praćenja stanja u skladištu
Nepotrebni pokreti	<ul style="list-style-type: none"> • Manjak prostora • Neposložen alat • Stavljanje proizvoda na mjesto gdje to nije predviđeno 	<ul style="list-style-type: none"> • Smanjenje učinkovitosti • Dugotrajno gledano, loš fizički utjecaj na zaposlenike • Istrošenost strojeva
Škart	<ul style="list-style-type: none"> • Neispravna metoda proizvodnje • Nekvalificiranost zaposlenika • Nemogućnost održavanja • Manjak treninga za zaposlenike • Prevelika pažnja na kvantitetu, a ne kvalitetu 	<ul style="list-style-type: none"> • Trošak popravka ili novog proizvoda • Mogućnost javljanja dodatnih problema • Trošak na području cijele proizvodnje • Mogućnost skrivenih problema

2.4. Usporedba poduzeća masovne proizvodnje i Lean poduzeća

U sljedećoj tablici prikazana je razlika kako Lean poduzeća rade u odnosu na poduzeća masovne proizvodnje.

Tablica 2. Usporedba poduzeća masovne proizvodnje s Lean poduzećem [5]

Kategorija	Masovna proizvodnja	Lean poduzeće
Osnovna djelatnost	Strategija je orijentirana na proizvod. Fokus je na iskorištavanju ekonomski stabilnog tržišta s postojećim proizvodnim rješenjima i klasičnim tehnologijama.	Strategija je orijentirana na kupca. Fokus je na otkrivanju i iskorištavanju promjena u vlastitoj konkurentnosti i na tržištu.
Organizacijska struktura	Hijerarhijska struktura uzduž funkcijskih linija. Potiče se zalaganje u funkciji i izvršavanje naredbi. Spriječen je protok vitalnih informacija koje naglašavaju gubitke, greške, netočnosti opreme i organizacijske nedostatke.	Horizontalna i fleksibilna struktura uzduž linija dodavanja vrijednosti. Potiču se individualne inicijative i protok informacija prilikom kojega se naglašavaju gubici, greške, netočnosti opreme i organizacijski nedostaci.
Operativna osnova	Oprema se koristi unutar radnih odjela. Izvršavanje naredbi, malo vještina za rješavanje problemskih zadataka.	Koristi se oprema koja pretpostavlja standardizaciju posla. Velika razina identifikacije problema, stvaranja hipoteza i eksperimentiranja.
Veličina serije	Velika serija	Mala serija
Kontrola kvalitete	Kontrola se izvršava pomoću uzorkovanja na temelju kontrolnih karata	Kontrola kvalitete se izvršava uzduž linije proizvodnje od strane radnika i automatiziranih kontrolnih stanica
Međuoperacijska skladištenja	Između proizvodnih operacija postoje čekanja poluproizvoda tokom proizvodnog procesa	Ne postoje među-operacijska čekanja ili postoje u malim količinama
Transport poluproizvoda između operacija	Poluproizvodi se između operacija transportiraju na odgovarajuća privremena skladišta gdje čekaju početak sljedeće faze proizvodnje	Transport poluproizvoda se između operacija odvija simultano bez čekanja.
Vrijeme ciklusa proizvodnje	Ukupan ciklus proizvodnje traje duže nego stvarno vrijeme obrade poluproizvoda	Ciklus proizvodnje je skraćen na približan zbroj trajanja vremena obrade svih operacija.

Unatoč svim prednostima, mogu se pojaviti gubici koji imaju različite uzroke, nabrojano je nekoliko primjera:

- Korištenje veće količine sirovina za stvaranje proizvoda nego što je potrebno.
- Prekomjerno trajanje razvoja i stvaranja proizvoda i usluga.
- Stvaranje grešaka i narušena kvaliteta.
- Višak proizvedenih proizvoda i zauzeće skladišta.
- Korištenje više prostora nego što je potrebno.
- Korištenje viška alata i opreme.
- Višak zaposlenika.
- Netočne ili djelomično točne informacije i radni nalozi.
- Nepravilno odvijanje rada.

2.5. Izbor Leana kao metodologije u proizvodnji

Osim načela i prednosti koje su navedene, potrebno je znati kakvo je stanje u svijetu i koji su još razlozi, odnosno prednosti korištenja Leana kao metodologije te u čemu može doprinijeti. Isto tako važno je upoznati hrvatsku poslovnu praksu, a ona će biti prikazana u ovom poglavlju.

U suvremenim uvjetima poslovanja na globaliziranim tržištima karakterističnim po naglim i brzim promjenama u neizvjesnom i turbulentnom okruženju nužan je prijelaz od tradicionalne menadžerske škole utemeljene na predviđanju tržišnih potreba, ka suvremenoj menadžerskoj školi utemeljenoj na stvarnim potrebama klijenata. [14]

U ovim uvjetima poslovanja nije više moguće održati konkurentnost bez primjene Lean menadžmenta. Vlade mnogih država su to prepoznale, a posebice razvijenih zemalja, poput SAD-a, Japana i Njemačke. One su uložile i još uvijek ulažu velike napore za primjenu Lean menadžmenta u svim segmentima društva, javnom i privatnom sektoru. Zaustavljaju prelijevanje

neučinkovitosti između sektora i unutar sektora. Podržavaju primjenu Lean menadžmenta u organizacijama svih veličina od malih i srednjih pa do velikih organizacija. Naglašavaju njegovu primjenu u klasterima te promoviraju širenje primjene ovog tipa menadžmenta na javna tijela lokalne i regionalne samouprave, obrazovne i istraživačke institucije, gospodarska i trgovačka udruženja, financijske institucije pa i medije, s obzirom na to da počiva na procesnom pristupu. Danas je upravo upravljanje procesima osnovni preduvjet postizanja konkurentnosti tvrtki na tržištu.

2.5.1. Vrijeme recesije

U konkurentnom vanjskom okruženju tvrtke se nadmeću inovacijama, povećanjem produktivnosti, brigom za okoliš i smanjenjem troškova proizvodnje. Iako se čini kako je ovakva ravnoteža istovremeno teško provediva, Lean menadžment metoda poslovnog upravljanja pokazuje suprotno.

U vremenu recesije, primjena Lean menadžmenta od vitalne je važnosti za bilo koju organizaciju. Uvijek se postavlja pitanje, je li baš dobro u vrijeme recesije započeti s primjenom Lean menadžmenta, iako je više nego vidljivo da se baš u recesiji događa Lean transformacija i to sama po sebi. U recesiji ljudi udovoljavaju svojim potrebama samo s onim što zaista žele, a to bitno mijenja ponašanje na tržištu. Stvaranje potražnje intenzivnom promocijom ne daje i ne može dati rezultat i isporučitelji su prisiljeni smanjiti zalihe i obrtni kapital. Tako se događa da tvrtke provode Lean transformaciju neovisno o tome koriste li u procesu transformacije tu riječ ili ne.[14]

Vlastita održivost može se graditi samo na povećanju učinkovitosti. Kako bi tvrtka opstala na tržištu, preostaje joj samo maksimizirati korištenje postojećih resursa. To je trenutak kada se mogu uključiti svi zaposleni u kontinuirano unaprjeđenje u koracima, bez velikih investicija i visokih tehnologija. Upravo kontinuirano unaprjeđenje koriste svakodnevno u svom poslovanju sve uspješne Lean organizacije diljem svijeta. U recesiji se organizacije moraju mijenjati, jer ne postoji druga opcija. Organizacije sklone promjenama i s dovoljno znanja za provedbu Lean transformacije, iz krize izlaze ranije i osnažene. U suprotnom, organizacije u pravilu potpuno nestaju.

Zašto je ovaj koncept zaživio s vremenom? Lean menadžment zaživio je zbog potrebe organizacija za nužnim promjenama, jer je jedino tako bilo moguće preživjeti, napredovati i biti konkurentan u globalnom okruženju. Primjena Lean menadžmenta, osim što smanjuje troškove, potiče i inovativnost, jača suradnju među zaposlenima i pozitivno utječe na poslovne procese, što konkurencija može dostići jedino povećanjem troškova. Reagirajući na krizu i zahtjeve tržišta, vrhovni menadžment tvrtki najčešće pribjegava smanjenju i racionalizaciji troškova pod svaku cijenu, umjesto da se odluči za nove programe poboljšanja poslovanja i proizvodnog procesa u cijelosti. Međutim, vrijeme krize često je najbolji trenutak za novi početak. Zapravo, to je idealno vrijeme za uvođenje Lean koncepta proizvodnje. [14]

Zašto je kriza najbolji trenutak za početak primjene Lean menadžmenta? Kriza olakšava primjenu novih menadžerskih paradigmi s posve novim konceptima u poslovanju tvrtki. Zatim, Lean programi mogu se samofinancirati i vrlo brzo poboljšavaju novčani tijek, što je posebno važno u krizi kad su krediti znatno teže dostupni. Upravo postizanje dugoročnih financijskih koristi ključ je uspjeha primjene Lean koncepta.

2.5.2. Hrvatska poslovna praksa

Većina hrvatskih tvrtki, kao i gospodarstvo u cjelini, moglo bi biti znatno konkurentnije samo kada bi uspjeli pomiriti interese stakeholdera i unaprijediti suradnju, što i jest osnova Lean menadžmenta. Većina hrvatskih poduzeća ima nisku razinu produktivnosti, slabiju učinkovitost i nedovoljno su konkurentne, što im ograničava konkurentnost na regionalnom i globalnom tržištu.

Globalizirano tržište stavlja pred hrvatska poduzeća zahtjev da ako žele opstati na tržištu moraju težiti poslovnoj izvrsnosti i biti fokusirane na premašivanje zadovoljavanja potreba kupaca. Moguće rješenje tih problema nalazi se upravo u primjeni Lean menadžmenta, čiji su osnovni preduvjeti za uspješnu primjenu potpora vrhovnog menadžmenta i kvalitetna komunikacija unutar organizacije.

2.6. Deset najboljih proizvođača koji koriste Lean

Kada se govori o Lean proizvodnji, tada ovi proizvođači koriste Lean na najbolji mogući način. „Manufacturing Global“ portal objavio je deset najboljih. Iz ovih kompanija može se samo učiti i vidjeti što sve donosi Lean. [15] Te kompanije su:

10. **Nike.** Kako bi poboljšali učinak i provedbu Leana, ovaj div u proizvodnji sportske odjeće i obuće, surađuje sa američkom Agencijom za zaštitu okoliša s kojom također surađuje i preko 100 drugih proizvođača. Takvi ekološki ciljevi i korištenje Leana često idu ruku pod ruku, što Nikeu daje nevjerojatnu prednost i mogućnost velikog broja resursa. Lean u Nikeu se pokazao kao vrlo dobar potez, jer su se mnoga vremena što proizvodnje, što sklapanja ugovora s drugim proizvođačima smanjila. Neki od njihovih rezultata prikazani su kasnije.

9. **Kimberley-Clark Corp.** Tvorci papirnatih maramica počeli su koristiti Lean od strane vanjskih izvođača. U kratkom vremenskom razdoblju rezultati su bili nevjerojatni. Fokus je bio pojačan na angažman i razvoj zaposlenika te smanjenje izostanaka. Također procesi su postali daleko učinkovitiji, a takvi procesi nisu pridonosili samo kvaliteti proizvodnje, već su podizali i moral zaposlenicima.

8. **Caterpillar, Inc.** Ovi proizvođači strojeva i vozila razvili su svoj Lean sustav po uzoru na Toyotin. Pokušavajući držati fokus na brzinu kako bi uspjeli skratiti vremena za potrebno dovršavanje projekata. Kod njih kao i kod svih ovdje spomenutih kompanija, Lean je velika prednost. Ali, čak se i najbolji planovi mogu raspasti ako vremenski nisu dobro isplanirani. Caterpillar je dobro osjetio posljedice toga. Tako da je Lean za njih i dvosjekli mač, radi kojega moraju biti na oprezu.

7. **Intel.** Za primjer se može uzeti jedan podatak Intelovog istraživanja koji će pokazati koliko Lean znači u Intelu. Prije 5 godina, jednom od Intelovih istraživačkih timova, trebalo je 14 tjedana kako bi se upoznalo s radom jednog kompjuterskog čipa, a vrijeme takvog istog istraživanja se smanjilo na samo 10 dana uz pomoć primjene Leana. To je samo jedan od mnogih primjera, koji govori da se rezultati vide dugoročno i da trebamo ići korak po korak.

6. **Illinois Tool Works.** Ova kompanija vjeruje u ekstremnu decentralizaciju. To znači da samo 100 od svojih 65 000 zaposlenika radi u svom sjedištu. Ostali su rašireni po 365 jedinica unutar 34 zemlje, ostavljajući mogućnost bržeg reagiranja i povećanje učinkovitosti za potrebe kupaca. Njih je Lean naučio da čak i kada postoji jedan objekt potrebno je pobrinuti se da radnici osjećaju ovlašteno i da se na njih računa prilikom rješavanja malih problema.

5. **Textron.** Kompanija je razvila svoj vlastiti skup alata i tehnika koju su nazvali „Textron's Lean Six Sigma Standars“ kako bi smanjili otpad, varijacije te potaknuli rast i inovacije. Potrebno je znati da je svako poduzeće jedinstveno. Ono što djeluje i funkcionira kod jednog poduzeća, nije nužno da ima isti učinak i kod drugog. Ali, čak i tada može poslužiti kao dobra podloga ili putokaz za rješavanje vlastitih problema.

4. **Parker Hannifin.** Ova tvrtka koja se bavi sustavima i tehnologijama koje se zasnivaju na pokretima i njenoj kontroli, svjetski je lider u svojoj struci. Oni koriste niz e-business strategija kako bi smanjili ljudsku intervenciju i ubrzali tempo svoj opskrbnog lanca. Iz ovog primjera je vidljivo da se uvijek treba gledati prema novim tehnologijama koje mogu smanjiti vremena mnogih procesa. Svaka sekunda je važna u proizvodnji.

3. **John Deere.** Svjetski gigant u proizvodnji poljoprivrednih vozila troši oko 100 milijuna dolara, kako bi proizvodnju lociranu u Iowi prilagodilo Lean proizvodnji. Ovako velike kompanije ulažu velike novce kako bi provodile Lean u cijelosti, a ne samo u dijelovima kompanije. Tako trenutno imaju velike troškove, ali gledano na duge staze imaju još veće uštede.

2. **Ford.** Kao proizvođač u autoindustriji, dugoročno gledano potrebne se su bilo kakve ideje koje bi smanjile troškove. Tu Lean proizvodnja i filozofija dolazi na vidjelo. Ova ideja se pojavila u Fordu u nekim od njihovih procesa još s početkom 90-tih godina 20. stoljeća, a kroz sve ove godine se razvijala i sada je vrlo važan dio cijele kompanije.

1. **Toyota.** Već poznata činjenica da Lean filozofija kreće iz ove kompanije govori dovoljno o tome što ona radi na prvom mjestu. Unatoč svim nedaćama koje u zadnje vrijeme pogađaju Toyotu, ona se i dalje nalazi u top 3 svjetska proizvođača automobila. U tome ih spašava Lean sustav koji se razvija preko 50 godina. Problemi pojaviti kad-tad, ali kad se dogode moramo koristiti Lean načela koja su postavljena kako bi se što lakše od tih problema oporavili, a upravo to Toyota pokazuje u nazad nekoliko godina. [15]

2.7. Iskustva i rezultati korištenja Lean menadžmenta

Uz sve o Leanu što je prethodno napisano, potrebno je pokazati iskustva i rezultate određenih kompanija. Za primjere su prikazane neke od navedenih kompanija koje se nalaze na top 10 listi iz prethodnog poglavlja. Rezultati će biti kako brojčano tako i opisno prikazani za jedne od tržišno najvećih kompanija s te liste, a čiji su podaci dostupni u javnosti.

2.7.1. Nike

U članku s portala Shmula.com kojeg je napisao Pete Abilla, prikazano je koliko je Nike u cijelosti iskoristio Lean kao dobru podlogu za razvoj. Abillia, kao osnivač ovog portala koji se bavi iskustvima kupaca i Lean menadžmentom te Six sigmom, pozvan je u Nikeovo glavno sjedište da se upozna s Nikeovim Lean menadžmentom u cijelosti. [16]

Činjenica je da se Lean menadžment u ovoj grani industrije primjenjuje sve više. Nike tu prednjači što se vidi iz njihove privrženosti Leanu gdje on seže u najdublje pore ove kompanije. To se može vidjeti iz primjera da Nike posjeduje preko 785 tvornica diljem Indije, Vijetnama, Južne Afrike, itd. Radi tako velikog broja tvornica optuživalo ih se za loš nadzor nad tim tvornicama, što je predstavljalo velike probleme za upravu. Ali uz pomoć Leana oni su uspjeli doći na kraj tom problemu te su uspjeli uspostaviti dobar nadzor i odnos u svim tvornicama i to tako da su im dali priliku za inovacijama. Ono što je važno za napomenuti su dva sveobuhvatna cilja u strategiji koju su znali svi Nikeovi zaposlenici te na njima Lean počinje djelovati. Ta dva cilja su „*Napraviti bolje danas*“ i „*Oblikovati budućnost*“.

Nike je shvatio da oni sa svojom proizvodnjom odjeće i obuće uvelike utječu na ljude i na okoliš. Kao što je spomenuto, posjeduju preko 785 tvornica, preko milijun tvorničkih radnika i preko pola milijuna jedinstvenih proizvoda.

Kvaliteta počinje s opskrbljivanjem tvornica. Da bi neka tvornica postigla dogovor s Nikeom mora proći cijeli proces kako bi zadovoljio Nike i postao služeni proizvođač Nike opreme. Taj proces je vrlo strog i radi njega je kvaliteta Nikeove opreme svima poznata. Kada se govori o brojkama i vremenu koje je potrebno da taj proces prođe, spominje se oko 250 dana. Uz pomoć Leana koji se koristi pri opskrbljivanju tvornica ovaj proces se smanjuje na oko 150 dana, što je gotovo 40% vremena. Takav napredak je nevjerovatan. [16]

Radi smanjena tog vremena i radi Lean načela, Nike kao kompanija sada ima više vremena i resursa baviti se s tvornicama koje imaju problema ili općenito sa svima, da uspiju unaprijediti svoju proizvodnju.

Prema Nikeu, kako bi provodili strategiju i njihov cilj odnosno Oblikovanje budućnosti, Lean proizvodnja mora biti dio rješavanja problema. Po njihovim riječima, „*Lean proizvodnja je znak njihovog pristupa tvornicama i temelj za unaprjeđenje proizvodnje. Lean proizvodnja je poslovni sustav i filozofija kontinuiranog poboljšanja koja ima za cilj dovesti kvalitetu proizvoda na vrhunac, dok za vrijeme toga uklanja otpada, smanjuje vrijeme proizvodnje i korištenje materijala. U Nikeu, također vjeruju da Lean može osnažiti kako radnike tako i cijele timove. Uspjeh Lean pristupa ovisi o provedbi fizičkih promjena u proizvodnim procesima, o povećanju liderskih kapaciteta i razvoju radne snage. Lean proizvodnja traži da se uključe umovi onih koji su najbliži proizvodnji, a to su radnici u tvornicama, kako bi uvijek i svaki put kvaliteta proizvoda bila na razini i kako bi isporuka istih bila u zahtijevanom roku.*“ [16]

Kao što je poznato, ljudi su srce svakog projekta. Nike je uložio mnogo energije u trening i obuku o Leanu za sve svoje proizvođače diljem svijeta. Iz te perspektive Lean pomaže svim tim ljudima na sljedeće načine:

- Vodstvo, voditelji tvornica koriste Lean kako bi poboljšali poslovne performanse
- Ljudi, radnici sudjeluju u provođenju poslovnog uspjeha kroz kontinuirano poboljšanje
- Proces, tvornički procesi su predvidljivi i dolaze kao odgovor na zahtjeve kupca

Nike je dobar dio Lean pristupa prihvatio od Toyote pa su po njihovom primjeru odlučili kako uspostaviti vezu između ljudi i strategije te edukacije ljudi.

Većina organizacija počinje Lean koristiti u dijelu svakodnevnog upravljanja proizvodnjom te na tome sve staje. No, u Nike-u, oni zadiru u srž. Prema njihovim riječima to je način treninga koji će pomoći ljudima kako u svakodnevnom poslu tako i u shvaćanju razine Leana koja se provodi. Također oni provjeravaju i stanje svojih zaposlenika, gledajući ispunjava li Lean njihove potrebe. U rezultatima koje je provodilo vanjsko poduzeće, Nike je pokazao zavidno stanje i odličan pogled na budućnost.[16]

Svi ovi pokazatelji daju uvid u to kako Lean pristup djeluje u Nike kompaniji te radi kojih razloga je ona vodeća svjetska kompanija u proizvodnji sportske opreme i zašto je tako jak brend.

2.7.2. *Caterpillar, Inc.*

Predanost Leana u Caterpillaru donosi upravljanje važnim procesima i poboljšanje kvalitete proizvoda. Lean tjera sve zaposlenike da se približe kupcima, tako da mogu saznati što više o njihovim zahtjevima i očekivanjima kako bi kompanija mogla lakše proizvesti tražene proizvode i pružati određene usluge. U 2013. godini u Caterpillaru više od 25% vanjskih poduzeća je koristilo Lean.

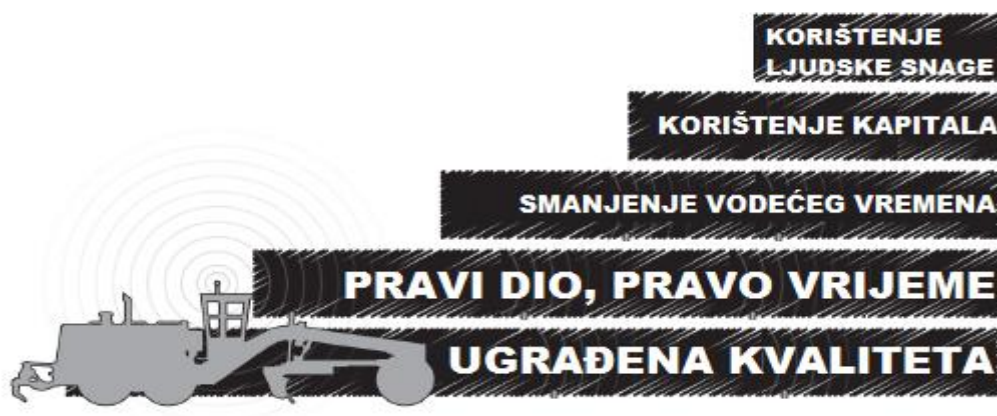
Postavljanje Lean principa „*Built in Quality*“ je u prvi od pet koraka u bilo čijoj implementaciji Leana. Jednostavno rečeno, svaka osoba, svaki radni proces mora jamčiti 100% kvalitete u svim fazama rada. Greške se ne mogu prenositi tijekom prelaska iz faze u fazu bez obzira na koliko male ili naizgled beznačajne one bile. [17]

Neposredni rezultati koji su postignuti uz pomoć Leana su značajni, a uvođenje ovakvih načela stvara održive učinkovitosti u cijelom procesu od narudžbe do dostave. Lean promjene ne utječu samo na procese, već imaju važan utjecaj i na kulturu unutar i oko kompanije.

„*Uspjeh našeg korištenja Leana uvelike ovisi o trudu lidera timova. Sve u svemu, jako sam impresioniran ulogom koju su odradili lideri svakog od timova prilikom implementacije Leana, odnosno koliko su ga prihvatili, isto kao i sve njegove akcije i način komunikacije sa zaposlenicima koji provode sve što se od njih očekivalo.*“ – ovo su riječi Davea Boyemana, CEO kompanije Caterpillar, Inc. [17]

Na ovom cijelom putovanju Lean nije ograničen samo na proizvodnju. Sva funkcionalna područja Caterpillara izvršavaju poslovne procese na dnevnoj bazi. Neke od područja uključuju inženjerstvo, marketing, nabavu, računovodstvo te ljudske resurse. Bez obzira na organizacijsku ulogu uvijek je prioritet zadovoljiti najviše kvalitete usluga i proizvoda za naše klijente.

Caterpillar posjeduje Lean metodologiju koja se sastoji od pet lean načela koja se provode u standardiziranom obliku. Njihova metodologija se naziva *Lean Stair Step*. Ona osim već spomenutog *Build in Quality* koraka, poznaje korak pravi dio u pravo vrijeme, korak skraćivanja vremena proizvodnje, korak korištenja kapitala i korak korištenja ljudske snage.



Slika 2.4. Caterpillarova Lean metodologija *Lean Stair Step* [17]

Da bi se prikazali rezultati Leana iz primjera, u nastavku je opisan rad tvornice utovarivača srednje veličine iz Aurore, Illinois. Caterpillar je poznat po svojoj kvaliteti, ali bez obzira na proizvod ili usluge uvijek postoji prostor za poboljšanje. To nije nigdje više očito nego u Aurori. U ovom postrojenju za utovarivače otklanjaju se nedostaci i poboljšavaju procesi od narudžbe do isporuke.

Od uvođenja Lean načela u ovom objektu s početkom travnja 2013. Godine, rezultati su značajni. Na početku su sami zaposlenici otkrivali nedostatke koji su se javljali prilikom procesa. Nakon što su otkrili mane unutar proizvodnje, ti nedostaci su se uklanjali prije isporuka klijentima. Iako je radi toga vrijeme isporuke nekad trajalo malo dulje dodatni popravci nisu bili potrebni, što je uvelike pomoglo proizvodnji.

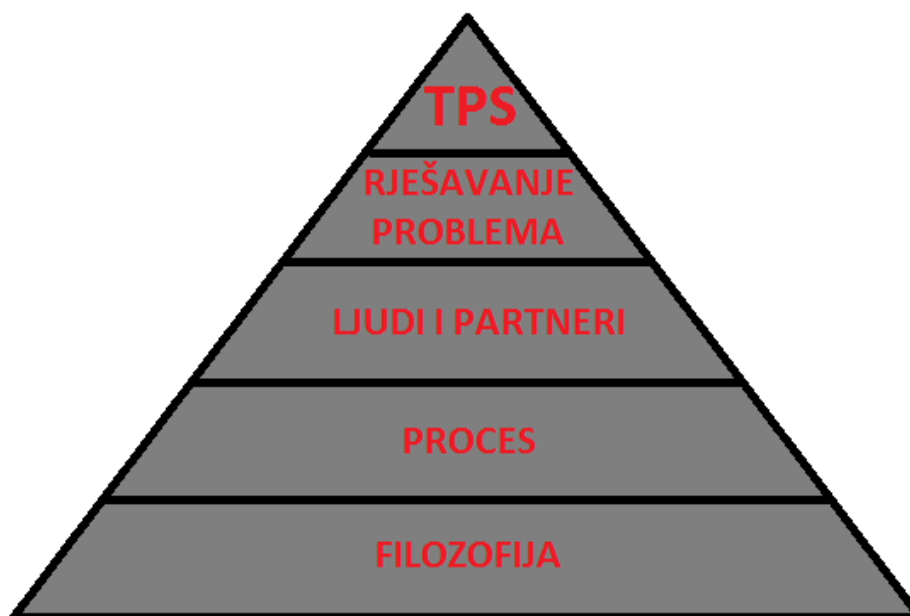
Korištenjem alata i procesa šest sigme i CPS-a odnosno Caterpillar proizvodnog sustava ovlašteni zaposlenici unutar postrojenja u Aurori eliminirali su sve nedostatke, čime je rasla vrijednost samog procesa. Takav disciplinirani pristup doveo je Caterpillar do rezultata koji su vidljivi iz smanjenja pojave unutarnjih nedostataka za 60% te smanjenja pojave nedostatka prije dostave za 98%. [17]

Otklanjanje nedostataka i cijeli postupak njenog otkrivanja glavni je čimbenik iza povećanja vrijednosti ovog procesa proizvodnje. Kada bi sada usporedili ovo postrojenje u odnosu na godinu prije, sada se isti utovarivači grade gotovo u pola kraće. Lean poboljšanja osigurala su bolju dostupnost proizvodu i čim više će se primjenjivati načela Lean proizvodnje,

svijet će uvidjeti prednosti ovakvog pristupa uz pomoć proizvoda koji su nastali na temelju istih.

2.7.3. Toyota

Ovaj svjetski japanski proizvođač automobila radi Lean sustava proizvodnje danas se nalazi tu gdje je. Sustav Leana u Toyoti se još nazivi i Toyota Proizvodni Sustav (TPS). Taj sustav danas je zapravo praotac svih Lean sustava diljem cijelog svijeta. Ako se krene proučavati Toyotin proizvodni sustav ili filozofija, ovisno na što se gleda, moguće je na tome zadržati se vječno. Kao što je od prije poznato, ideja se bazira na dva principa, a to su brzo i učinkovito otkrivanje i uklanjanje problema te aktivno eliminiranje viškova i nepotrebnih pokreta.



Slika 2.5. Model Toyotinog proizvodnog sustava

Učinak TPS-a govori sam za sebe. Tvornica u Mississippiu dnevno proizvede 600 automobila. U punom pogonu oko 2 000 zaposlenika godišnje napravi oko 200 000 automobila. U bilo kojem trenutku u godini u tvornici se nalazi barem 550 zaposlenika, jer proizvodnja ne smije patiti. [32]

Kao i svaki sustav ni ovaj nije savršen te je u zadnjih nekoliko godina ima neke probleme od kojih je jedan bio i vrlo ozbiljan. Ipak Lean se opet pokazao kao vrlo moćan alat, koji je u takva krizna vremena uspio kompaniju vratiti na stare puteve uspjeha. Toyota proizvodi pola

svojih automobile u Japanu te nakon velikih tsunamija, proizvodnja je uvelike pala.

Rezultati Leana vidljivi su u 7.4 milijuna prodanih automobila u prvih devet mjeseci u godini iza tsunamija. Radi njega ugled kompanije je spašen, jer doprinosi na snazi i fleksibilnosti kroz intenzivno i teško razdoblje te dozvoljava velike kapacitete u trenucima velike potražnje. Zaključno s ovim važno je spomenuti da mnogi smatraju TPS za najvažnije otkriće u svijetu automobilizma još od poznate Fordove pokretne proizvodne trake. [32]

2.7.4. *Amsterdamska bolnica*

Lean se ne koristi samo u proizvodnji, već i u drugim sustavima, a za primjer je prikazana bolnica koja se nalazi u Amsterdamu, Nizozemskoj. Ona koristi Lean principe u vlastitim ustanovama. Kroz ovaj primjer vidljiva će biti širina uporabe Leana te njena uspješnost. Zdravstveno sveučilište iz Amsterdama predložilo je bolnicama uvođenje Lean principa kako bi se smanjile liste čekanja i povećala iskoristivost bolnica kao ustanova. Prema njima Lean nije program ili ishod. Lean je način djelovanja koji se širi od izvršnih strategija za razvoj ljudi i upravljanje poslovnim rastom pa sve do predanosti radu i kontinuiranom poboljšanju. [18]

Način na koji se Lean implementirao u ove bolnice je sličan onima u proizvodnim kompanijama. Kao ključne figure u provedbi Leana, postavio se 31 tim lider koji su na pozicijama bili barem 3 godine, za što su prošli edukaciju u trajanju od 4 dana. Oni su tada bili upoznati s principima i načinom na koji će raditi kako bi se Lean proveo u potpunosti, skupljali su znanja i iskustva od ljudi koji su slične uvjete već prošli. Bitno je da se odaberu ljudi s puno radnog iskustva, što je vidljivo iz ovog primjera, gdje tim lideri imaju u prosjeku 19.2 godine iskustva na vodećim pozicijama. Općenito, gotovo svi sudionici u programu izjasnili su se kao pozitivno iznenađeni, pokazujući da su stekli nove vještine koje su nužne za provođenje Lean načela. Sve te vještine su naučili unutar edukacija i vježbi koje su ocijenjene kao vrijedan postupak od većine polaznika. Međutim, iako je to učenje kroz rad bilo korisno, jedan dio ispitanika istaknuo je da bi učenje u praksi dovelo do boljeg učinka. Ovakav princip učenja doveo bi ipak do problema što većina ljudi ne bi znala odmah koristiti stečena znanja, tako da im treba vježba. Mnogi smatraju da je radno okruženje vrlo važan faktor koji utječe na efikasnost primjenjivanja naučenih znanja. [18]

Organizacijski ciljevi programa jasno su opisani i svi tim lideri su bili jasno upoznati s njima. Rezultat svih ovih treninga je bilo veliko smanjenje redova u bolnicama, liste čekanja kako za operacije tako i za preglede mnogo su se skratile. Općenito dolazi do smanjenja nedostataka i kontinuiranog poboljšanja.

2.7.5. Rezultati korištenja Lean menadžmenta

U sljedećoj tablici brojčano će biti prikazani rezultati primjene Leana u kompanijama ili uslužnim ustanovama.

Tablica 3. Rezultati korištenja Lean menadžmenta

PODUZEĆE	PROIZVOD	REZULTATI
Nike	Sportska obuća i odjeća	<ul style="list-style-type: none"> Proces testiranja Nike tvornica smanjio se sa 250 na 150 dana, što je gotovo 40% vremena.
Caterpillar, Inc.	Strojevi i vozila	<ul style="list-style-type: none"> Smanjena pojava unutarnjih nedostataka na strojevima i vozilima za 60%. Smanjena pojava nedostatka prije dostave za 98%.
Intel	Mikroprocesori	<ul style="list-style-type: none"> Upoznavanje i testiranje rada mikroprocesora se s 14 tjedana, smanjilo na samo 10 dana, što je gotovo 90%.
Toyota	Automobili	<ul style="list-style-type: none"> Toyota je na 3. mjestu proizvođača automobila u svijetu unatoč svim nedavnim problemima. Toyota je Lean i svi rezultati Leana vidljivi su kroz njihove dobre rezultate proizvodnje. U Toyoti se ne može usporediti stanje prije i tijekom Leana, jer se on tamo koristi već 50 godina. Samo za primjer, u nekoliko Toyotinih objekata izvodio se test bez korištenja Leana i učinkovitost zaposlenika je bila 20% slabija bez korištenja Lean principa.
Amsterdamska bolnica	Usluga pacijentima	<ul style="list-style-type: none"> Smanjenje redova u bolnicama. Vrijeme na listi čekanja prepolovljeno.

2.8. Formule i termini koji se koriste u Lean menadžmentu

Ove formule i termini jednostavni su prikaz kako stvari djeluju u Lean sustavima. U nastavku su prikazani izrazi koji se koriste u formulama kako bi se kasnije moglo lakše razumjeti pojmove koji se nalaze u tekstu. [19]

- a) **Proizvodom** koji u proizvodnji i jest sami proizvod, može u medicinskim uvjetima biti pacijent, dok u uslužnim poduzećima on predstavlja uslugu koja se nudi ili već nešto četvrto.
- b) **Vodeće vrijeme** (eng. Lead Time) jako je bitan pojam za Lean. To je pojam koji opisuje prosječno vrijeme jednog *proizvoda* da obavi cijeli proces, od početka do kraja. *Vodeće vrijeme* suma je vremena svih radnji u procesu plus suma *vremena čekanja* prije određene radnje tijekom procesu. Oznaka koju će se koristiti za *vodeće vrijeme* je LT.

$$LT = \text{Suma vremena potprocesa} + \text{suma vremena čekanja}$$

Vodeće vrijeme se dijeli na više vrsta, a to su: vodeće vrijeme proizvodnje; vodeće vrijeme od trenutka narudžbe do dostave proizvoda; vodeće vrijeme od trenutka narudžbe do naplaćivanja troškova; te vrijeme od primanja informacije za narudžbu u proizvodnji do plaćanja dogovorenog iznosa.

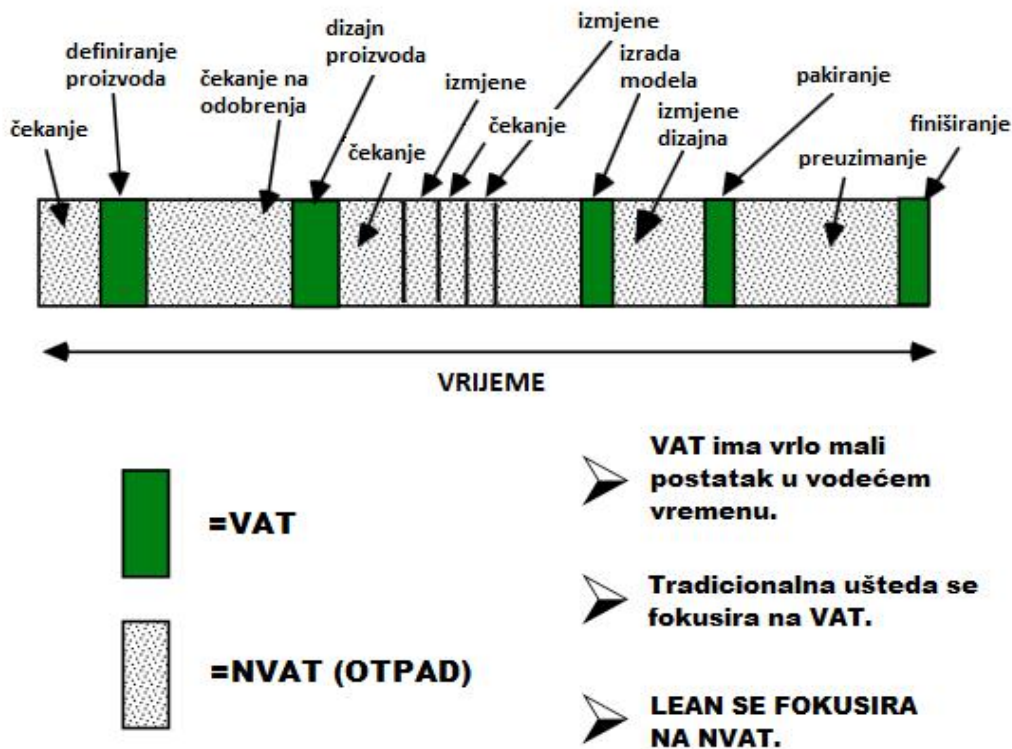
Još jedan od načina izračunavanja ovog vremena, jest jednostavna jednadžba koja koristi *vrijeme ciklusa*, *WIP* koji je detaljnije objašnjen na strani 57. , broj operacija i *vrijeme čekanja*.

$$LT = \text{Vrijeme ciklusa} + \text{WIP} + \text{broj operacija} + \text{vrijeme čekanja}$$

- c) **Vrijeme čekanja** je vrijeme koje dobijemo kada se proizvod kreće u procesu, tj. to je vrijeme dok proizvod čeka da se na njemu obavljaju potprocesi.
- d) **Vrijeme obrade** kao što i samo ime govori, je vrijeme za kojim se na proizvodu obavljaju potprocesi. Vrijeme obrade jednostavno je opisano kao vrijeme u koje ulazi sami rad na proizvodu, njeno putovanje kroz taj proces rada i samo čekanje na obavljanje rada.

$$\text{Vrijeme obrade} = \text{Vrijeme dodavanja vrijednosti} + \text{Vrijeme koje ne dodaje vrijednost proizvodu}$$

e) **Vrijeme dodavanja vrijednosti** je vrijeme za koje *proizvod* iz sirovine nastaje ono za što je klijent željan platiti. Također, *Vrijeme obrade* se sastoji od ovog vremena i vremena koje ne dodaje vrijednost proizvodu. Tako da se jednostavnim razmišljanjem dolazi do zaključka da je **vrijeme koje ne dodaje vrijednost proizvodu** zapravo *vrijeme obrade* od kojeg oduzima *vrijeme dodavanja vrijednosti*. Oba dvije vrste ovog vremena moraju postojati, ali vrijeme koje ne dodaje vrijednost moramo pokušati smanjiti, ako je to ikako moguće, a nekada su nam u tom smislu “ruke zavezane”. Važno je razlikovati vrijeme čekanja koje se može i mora ukloniti, od vremena koje ne dodaje vrijednost proizvodu. Vrijeme dodavanja vrijednosti označava se kao VAT, dok se vrijeme koje ne dodaje vrijednost proizvodu označava kao NVAT.



Slika 2.6. Grafički prikaz VAT i NVAT

Mnoge studije pokazale su kako u vremenu obrade samo oko 5% vremena je *vrijeme dodavanja vrijednost*, dok je ostatak *vrijeme koje ne dodaje vrijednosti proizvodu*.

- f) ***Strojno vrijeme obrade*** kao što i samo ime kaže, govori o vremenu koje *proizvod* provede na stroju, koji obavlja određene potprocese.
- g) ***Vrijeme ciklusa*** je prosječno vrijeme koje je potrebno kako bi *proizvod* bio spreman za tržište.
- h) ***Efektivno vrijeme ciklusa*** je vrijeme ciklusa koje je prilagođeno za sve čimbenike koji smanjuju *Dostupno radno vrijeme*.
- i) ***Dostupno radno vrijeme*** je vrijeme koje dobijemo izuzimanjem pauza, sastanka, početaka i krajeva radnih smjena, planiranih održavanja i najviše od svega planiranih neradnih dana. [19]

3. PRISTUP U INŽENJERSKIM I PROIZVODNIM FUNKCIJAMA PODUZEĆA

Kroz diplomski rad do sada je već dobro objašnjen pojam i značenje riječi Lean. Odnosno pojmovi kao što su Lean menadžment, Lean proizvodnja, Lean pristup te Lean načela odnosno principi. Ovaj pristup u inženjerskim funkcijama poduzeća još je poznat pod imenom Lean inženjerstvo. U ovom poglavlju biti će opisan pojam Lean inženjerstvo te što on predstavlja među svim ovim pojmovima.

Lean inženjerstvo je koncept razvijen kako bi se povećala učinkovitost tehničkih odjela unutar proizvodnih poduzeća. To je kontinuirani proces koji će povećati količinu proizvedenih tehničkih podataka, odnosno inženjersku inteligenciju s obzirom na uloženi novac. Ovaj proces uključuje realnu analizu sadašnjeg stanja nakon kojega slijedi niz prilagodbi za rješavanje neučinkovitosti, odnosno poznatih viškova po Lean filozofiji. Svaki pojedinačni korak unaprijed je isplaniran i ako se bilo što mijenja, treba postojati opravdani razlog za to. Ova metoda “uspjeha i ponavljanja” funkcionira na principu da dobije povjerenje svih članova tima, od ljudi iz top menadžmenta koji se bave provođenjem Leana u poduzeća sve do običnih radnika u proizvodnji. [20]

Da ne dođe do zabune, prikazana će biti poveznica tj. razlika između Lean inženjerstva i Lean proizvodnje. Važno je reći da kada se govori o Lean inženjerstvu i o Lean proizvodnji, glavni fokus je na poboljšanju efikasnosti. I dok dijele neke ideje to ne uključuje sve ideje i principe.

Lean proizvodnja je dokazani proces koji se koristi za povećanje učinkovitosti proizvodnje u proizvodnim pogonima. Pokušaji da se ti Lean principi i ideje koriste u inženjerskom odjelu doživjeli su tek minimalni uspjeh. To je uglavnom zbog činjenice da Lean proizvodnja povećava učinkovitost kroz kontrolu zaliha i uz pomoć kontinuiranog napretka proizvodnog procesa, dok inženjerstvo nema zalihe i u većini slučajeva nije čak ni u proizvodnom okruženju. Namjera je korištenje principa i ideja iz Lean proizvodnje gdje one imaju smisla te ih prilagoditi i dodati nove kako bi imale smisla u inženjerstvu. [20]

Kao i većina stvari uz koju se spominje riječ Lean i Lean inženjerstvo prvi put se koristi u Toyoti. LPD (eng. Lean Product Development) ili Lean inženjerstvo utječe na mnoge grane kompanije kao što su prodaja, nabava, financije i proizvodnja. U središtu LPD-a inženjerska organizacija 2006. godine pod vodstvom Morgan & Liker prikazala je tri elementa koja moraju biti integrirana kako bi stvorili proizvod i proces visokih performansi. Ta tri elementa su kvalificirani ljudi, alati i tehnologija te proces. [21]



Slika 3.1. Principi Lean inženjerstva [21]

U Toyoti smatraju da kako bi se stvorilo dobar LPD, potrebno je krenuti sa stvaranjem kvalitetnog Lean procesa. Jednom kada je Lean proces definiran, može se uz pomoć Lean alata i tehnologija implementirati u sustav te će on podupirati razvoj kvalificiranih ljudi koji su potrebni kako bi proces funkcionirao. Lean inženjerstvo se fokusira na NVAT odnosno pokušava ga skratiti što više i ukloniti ako je to moguće. [22]

Osim spomenuta tri elementa po Morgan&Likeru prema D3 Technologies konzultantskom poduzeću osim kvalificiranih ljudi, procesa i alata i tehnologija, postoje još i elementi rukovodstva te inženjerske inteligencije. Oni tih 5 elemenata još nazivaju i stupovima na kojima se gradi Lean inženjerstvo. [23]



Slika 3.2. Lean Inženjerstvo prema D3 Technologies-u [23]

3.1. Inženjerski pregled

Prvi korak u procesu Lean inženjerstva je napraviti dobar pregled trenutne situacije inženjerskih funkcija poduzeća. To uključuje definiranje inženjerske uloge unutar organizacije, kao i identifikaciju resursa i procesa koje čine inženjerstvo. Kako bi uspjeli definirati te uloge potrebno je odgovoriti na nekoliko važnih pitanja.[20]

a) Tko su klijenti na koje utječe inženjerstvo?

Jedan od pojmova koji se koriste iz Lean proizvodnje je određivanje vrijednosti na temelju perspektive klijenta odnosno kupca. U Lean inženjerstvu potrebno je utvrditi tko je klijent kako bi se mogle odrediti vrijednosti postupaka koje se izvode na proizvodu te koliko ih on cijeni. Većina inženjerskih odjela ima brojne klijente u rasponu od običnih radnika u proizvodnji pa sve do kupca proizvoda.

b) Što inženjerstvo proizvodi?

Nakon što je utvrđeno tko su klijenti potrebno je detaljno pogledati što inženjerstvo može stvoriti. Inženjerstvo obično uključuje crteže, dokumentaciju, račune materijala, itd. U cjelini se odnosi na ovu vrstu informacija kao na inženjersku inteligenciju. To je intelektualno vlasništvo

određene organizacije zapisano u digitalnom i fizičkom obliku za koje je zaslužan odjel inženjerstva.

c) Kako mjeriti proizvodnju inženjerskih inteligencija?

Prije nego se bilo kakva poboljšanja mogu napraviti, važno je prvo razumjeti što se treba poboljšati. Kada se donese odluka za poduzimanjem nekih mjera, određivanje istih treba biti učinjeno na poslovnoj razini prije nego na razini odjela. To jest težak zadatak, ali sve mjerljive stavke nemaju istu vrijednost. Pod te stavke spadaju količina crteža, radnih mjesta, razne procjene, itd. Kao što je i ranije spomenuto vrlo je važno u procesu Leana odrediti vrijednost iz perspektive kupca. Važno je imati na umu da su često ti kupci i interni klijenti.

3.1.1. Formula za stvaranja inženjerske inteligencije

Filozofski gledano, kako bi se mogao generirati bilo koji izlaz resursi se moraju koristiti u procesu tijekom određenog vremena. Taj izlaz može biti proizvod, usluga ili nešto treće, ali ova tri potrebna elementa se ne mijenjaju. Tako da formula glasi:

$$\mathbf{RESURSI + PROCESI + VRIJEME = IZLAZ}$$

Unutar Lean inženjerstva odlučeno je da je izlaz, odnosno output neki oblik inženjerske inteligencije i da je cilj povećanje izlaza tj. proizvodnje. Vrijeme se može zanemariti u jednadžbi iz razloga što se na vrijeme ne može pretjerano utjecati te osim prekovremenog rada ne preostaje ništa drugo, a takvo rješenje samo je privremeno. Također, vrijeme je jedan od faktora koje dijelimo našim konkurentima. U startu svi imaju istu količinu vremena za rad. To nas ostavlja u poziciji gdje imamo dva područja za poboljšanja, a to su resursi i procesi. [20]

3.1.1.1. Resursi

Resursi se mogu raspodijeliti u tri velike kategorije.

1. Ljudski resursi

O ljudskim resursima unutar kompanije, često se govori kao o najvećoj vrijednost koju posjeduju. Ova tvrdnja pogotovo dolazi na vidjelo u inženjerskim odjelima. Kreativnost dobrog inženjera ili konstruktora ne može biti zamjenjiva. S tim na umu ljudski resursi uvijek mogu doprinijeti poboljšanju i povećanju proizvodnje.

Dvije zamjerke koje se mogu primijetiti unutar ovog resursa su interna znanja i osposobljavanje na radnom mjestu. Radi problema internog znanja koje koristi pojedinac ili grupa pojedinaca, potrebno je takva znanja pretvoriti u inženjersku inteligenciju koja će tada biti dostupna svima te kao takva neće utjecati na proizvodnju.

2. Alati i tehnologije

Sve što inženjeri i konstruktori koriste, od softvera do hardvera preko mreže i infrastrukture dio je resursa alata i tehnologija. Uz visoku stopu tehnoloških promjena to je vrlo često prostor za poboljšanje. Svaki dan novi alati se prezentiraju na tržištu kako bi se mogla povećati učinkovitost inženjerstva. Često velika učinkovitost se može dobiti treningom korisnika i jednostavnim konfiguriranjem alata kojeg već posjedujemo.

3. Postojeća inženjerska inteligencija

Sve ideje, saznanja i ostale inženjerske inteligencije koje su se koristile pri proizvodnji, ako se pravilno pohranjuju mogu se ponovo koristiti u kasnijim izvedbama. Gotovo svako poduzeće koje se bavi proizvodnjom, u jednom trenutku proizvodi proizvod vrlo sličan prethodnom. Takvu se proizvodnja naziva „isto, osim“ (eng. „*same as except*“). Ako takva proizvodnja ne postoji, odnosno ne koristi se direktno, uvijek postoji broj standardnih komponenti koje dijele određeni proizvodi. Kada se to dogodi postojeća inženjerska inteligencija je veliki resurs u učinkovitom stvaranju novog proizvoda. Skladištenje podataka i pronalaženje načina kako koristiti postojeće inteligencije je načini kako bi se u potpunosti iskoristio ovaj resurs.

3.1.1.2. *Procesi*

Svaki odjel u inženjerstvu ima svoj jedinstveni skup procesa. Često su ti procesi rezultat godina prilagodbe koje imaju smisla u svoje vrijeme, ali na kraju stvaraju neučinkovit proces ispunjen vremenom koje ne dodaje vrijednost proizvodu (NVAT).

Kao i u Lean proizvodnji, u Lean inženjerstvu utvrđuje se vrijednost izlaznog proizvoda iz perspektive kupca. Pri vrednovanju i optimiziranju inženjerskih procesa važno je pronaći sve vrijeme koje ne dodaje vrijednosti proizvodu. Kada se pronađu, potrebno ih je izbaciti iz procesa, ali uz uvjet da kvaliteta ostane barem jednaka, ako ne i bolja.

3.2. Rješenja na temelju Lean inženjerstva

Nakon inženjerskog pregleda koji je objašnjen u prethodnom poglavlju, dolazi korak u kojem je cilj napraviti plan za uklanjanje individualnih neučinkovitosti. Važno je da se ograniči opseg individualnih rješenja kako bi se stvorio mentalitet „uspjeti i ponoviti“. Kao što je već spomenuto, ovakvi planovi uvelike pomažu u izgradnji povjerenja u proces kod svih članova tima, a samim time gradi momentum radi kojeg će se svako sljedeće rješenje lakše provesti. Postoji niz rješenja koja se koriste, a nekoliko njih biti će prikazano u nastavku. [20]

1. Optimizacija procesa

Kako bi se poboljšala učinkovitost procesa, on prvo mora biti definiran. Ista pitanja koja se koriste za definiranje inženjerske uloge koriste se pri definiranju svakog pojedinog procesa i potprocesa.

- Tko je kupac u procesu?
- Što se proizvodi u postupku proizvodnje?
- Kako se mjeri vrijednost onoga što se proizvodi?

Neka dodatna pitanja koja su od pomoći pri optimizaciji inženjerskih procesa su:

- Zašto se to radimo na ovaj način?

- Postoje li vremena koja ne dodaju vrijednost procesu?
- Možemo li dodati vrijednost proizvodu kojeg proizvodimo u ovom procesu?

2. Implementacija tehnologija

Tehnologije u inženjerstvu su industrija koja je postigla veliki napredak tijekom proteklih 25 godina u pružanju alata koji poboljšavaju učinkovitost. Alati koji danas postoje mogu uvelike pomoći inženjerima da na brži način i s većom vrijednosti stvaraju inženjersku inteligenciju. Iako, korištenje ovih alata u vlastitoj proizvodnji ponekad može biti i izazov.

Tehnologija mijenja način na koji se rad u proizvodnji obavlja te tjera na velike promjene unutar organizacije koje mogu biti rizične. Način pristupanja koji može ublažiti taj rizik je metoda „*Uspjeti i ponoviti*“ . Mali koraci mogu izgraditi povjerenje u tehnologiju te isto tako i stvoriti kulturu koja je spremna prihvatiti promjene. Ako se uspije ovakvu kulturu uvesti u organizaciju, tada nove tehnologije i stalne promjene postaju automatski prihvaćene. [20]

3. Trening

Jedan od najvećih uzroka neučinkovitosti u ljudskim resursima je ne razumijevanje korisnika za alate koje koriste u procesu. Oba dva problema koja se ovdje javljaju lako se mogu poboljšati kroz trening korisnika. Trening također igra veliku ulogu u implementaciji tehnologija. Ljudi neće prihvatiti ono što ne razumiju, a ljudi koji koriste tehnologiju direktno određuju uspješnost procesa.

4. Organizacija inženjerske inteligencije

Kao što je objašnjeno ranije, inženjerska inteligencija veliki je resurs. Da bi ovaj resurs bio još vredniji, on treba biti organiziran na način da omogućava brzo i ponovno korištenje podataka. Podaci bi trebali biti kategorizirani na način da imaju smisla za pojedinca ili grupu pojedinaca koji te podatke kasnije traže. Također, potrebno je da se podaci kontroliraju tako da se samo važeći podaci ponovo koriste. [20]

5. Automatizacija

Mnogi postupci koji ne dodaju vrijednost proizvodu u Lean inženjerstvu mogu se automatizirati. Bilo koji ponavljajući postupak, koji postoji u proizvodnji, kao npr. objavljivanje elektroničkih CNC datoteka, može poslužiti kao glavni kandidat. Ciljanja rješenja koja se žele automatizirati uglavnom se čine logično i najlakše se opravdavaju.

Osim ovih niza rješenja postoji i metoda D3 Technologiesa. Njihov proces se sastoji od četiri faze, a to su : procjena, dizajn, implementacija, održavanje. On koristi pristup kontinuiranom poboljšanju kako bi osigurano kvalitetu i uspjeh. Na glavni plan utječe procjena poslovnih procesa. U glavni plan ulazi otkrivanje, procjena, tehnički opseg, potvrda koncepta, plan, razvoj, obuka, mentorstvo, podrška i recenzija. Na temelju tih koraka završava se proces, koji osigurava uz pomoć Lean inženjerstva veću kvalitetu proizvoda ili usluga. [23]

3.2.1. Poslovno opravdana rješenja

Svako rješenje koje je implementirano u proces prvo mora biti opravdano s poslovnog stajališta. To se može učiniti na razne načine. Važno je uvijek imati na umu da je poslovno opravdanje za svaki korak minimalni izračun koji pomaže osigurati smislenost tog istog koraka. U gotovo svakom slučaju, vrijednosti koje nisu izračunate prikazuju se nakon što su promjene već napravljene te onda dolazi do potpuno krivih izvornih proračuna. [20]

3.2.1.1. Interna poslovna opravdanja

Ako se vrijednost proizvodnje neće mijenjati, ali količina hoće, onda proces mora biti interno opravdan odjelu inženjerstva. Korištenjem inženjerskog stupnja opterećenja i/ili oportunitetnog troška zajedno s količinom uštedenog vremena u procesu može se izračunati koliki je povrat ulaganja, tj. eng. *Return on Investment* (ROI).

Inženjerski stupanj opterećenja je trošak na razini cijele organizacije, odnosno trošak koji se odnosi na plaćanje inženjera ili konstruktora po satu. Ova stopa uključuje ne samo plaću pojedinca nego i sve beneficije, poreze, osiguranja i ostalih troškova. Ova stopa je obično ujednačena kroz cijeli odjel inženjerstva.

Oportunitetni trošak je izračun gubitaka profita kada pojedinac nije u stanju izvršiti postupak koji dodaje vrijednost(VAT). Na primjer, ako pojedinac mora ponoviti cijeli posao, jer je izgubio podatke, onda poduzeće ima gubitak profita iz razloga što je taj isti pojedinac za to vrijeme mogao raditi neke nove projekte. [20]

3.2.1.2. Eksterna poslovna opravdanja

Projekti koji dodaju vrijednost proizvodu, mogu se opravdati iznosom dodatne vrijednosti za kupca. Na primjer, ako promjene u procesu omogućuju inženjerstvu smanjiti vodeće vrijeme na pola, tada se omogućuje prodaja gotovo 25% više proizvoda u odnosu na stanje prije tih rješenja.[20]

3.3. Zaključak o Lean inženjerstvu

Lean inženjerstvo je proces s malim rizikom koji se može koristiti ne samo za poboljšanje inženjerskog odjela, već i za povećanje ukupne profitabilnosti i konkurentnosti na veće organizacije. Iako je rizik u Lean inženjerstvu nizak, to ne mora nužno značiti da je ovaj koncept lako provediv. Da bi se postigao uspjeh potrebna je otvorenost prema promjenama u smislu promjene kulture unutar organizacije te iskusna vanjska stranka koja u svakom trenutku može dati objektivan uvid u moguća rješenja.

Kako ove informacije ne bi bile samo prazno slovo na papiru, kao primjer biti će prikazano iskustva iz jednog poduzeća koje je primjenjivalo Lean inženjerstvo kroz 2 godine. Unutar te 2 godine u preko 20 radionica koje su se održavale kroz 9 mjeseci, 300 ljudi je bilo educirano kako bi mogli primjenjivati Lean inženjerstvo. Njih više od jedne trećine nakon 2 godine već je steklo iskustva pri implementaciji Lean inženjerstva u poduzeću. [21]

Takva iskustva pokazuju da uspjeh ovakve inicijative uvelike ovisi o sljedećim ključnim čimbenicima:

- **Trening i komunikacija.** Bitno je da se pokaže da je Lean način uklanjanja viškova, a ne eliminacija ljudi i poduzeća. Kao što se i očekivalo, obuka pruža alate i tehnike potrebne za rješavanje problema i provedbu protumjera. Svi ljudi unutar organizacije trebaju neku vrstu obuke ili barem trebaju dobiti svijest o Lean načelima kako bi shvatili i prihvatili

promjene. Uspjesi Lean inženjerstva moraju biti redovito prikazani kroz cijelu organizaciju.

- **Neposredna implementacija Lean načela koja su naučena na radionicama.** To osigurava da sve ono što ljudi nauče na radionicama primjenjuju odmah, a na taj način učenje čine mnogo korisnijim.
- **Praćenje napretka i davanje izvješća na mjesečnoj bazi.** Faza održavanja je najkritičnija faza u Lean procesu. Recenzentski postupak pomaže održati dobitke i kontinuirano poboljšanje.
- **Pomoć stručnjaka s velikim iskustvom.** Oni će pružiti potrebne smjernice za menadžment i pružiti novu perspektivu vašem sustavu.
- **Aktivna podrška menadžmenta.** Viši rukovoditelji moraju biti na primjer i biti dosljedni svojim očekivanjima. Ljudi će Lean razmišljanje shvatiti ozbiljno, tek ako i njihovo vodstvo uradi isto.
- **Uključivati osobe koji rade u radionicama.** Ljudi su skloniji ulaganju u poduzeće ako su uključeni u proces.

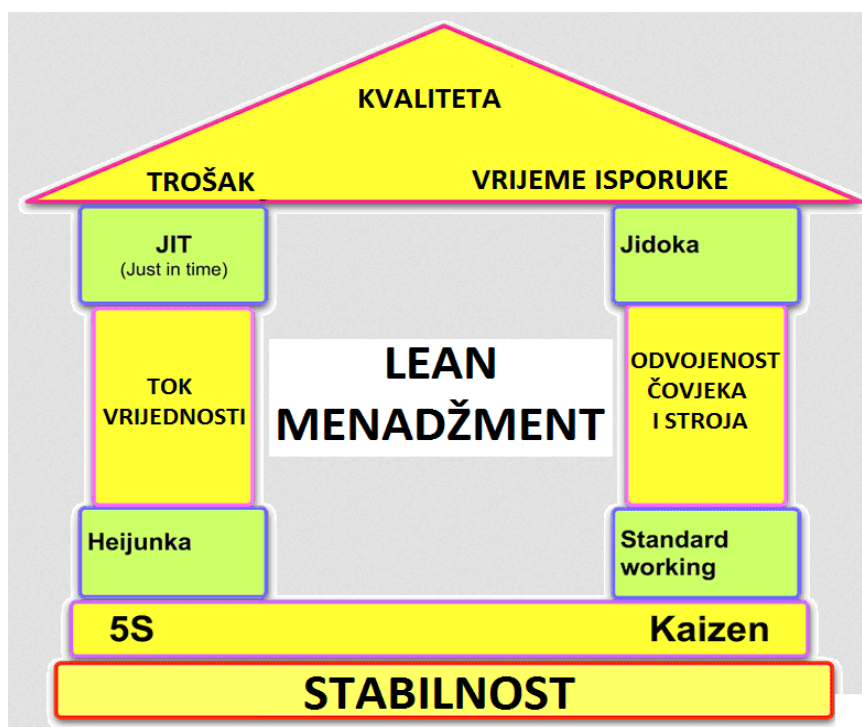
Nakon prve dvije godine ovo poduzeće je uvidjelo sljedeće stvari:

- Motivacija i moral inženjerske zajednice je veći. Uključeni inženjeri i tehničari imaju potvrdu da mogu djelovati na procese, na jednostavan i učinkovit način.
- Ključne osobe u provođenju ovog procesa, poduzimaju inicijativu mijenjanja načina poslovanja i integracije te korak po korak unaprjeđuju svoje odjele.
- Neki besplatni resursi se sada koriste za obavljanje dodatnih aktivnosti, odnosno sada se koriste kao aktivnosti koje dodaju vrijednost proizvodu, a to mogu biti standardizacija proizvoda, CAE i KBE (eng. Knowledge Based Engineering). [21]

Puno posla je učinjeno do sada, ali do krajnjeg cilja je još ostalo mnogo. Ukoliko se nastavi koristiti ova metodologija nema sumnje da će u godinama koje dolaze zadani ciljevi u ovoj kompaniji biti u potpunosti ispunjeni.

4. LEAN ALATI

Kroz povijest, odnosno kroz razvoj i unaprjeđenje Lean proizvodnje osmišljen je velik broj alata uz koje će poduzeća lakše i uspješnije primjenjivati i kombinirati načela Lean-a, u svrhu usavršavanja samog procesa i proizvoda. [9]



Slika 4.1. Utjecaj Lean alata na proizvodnju [6]

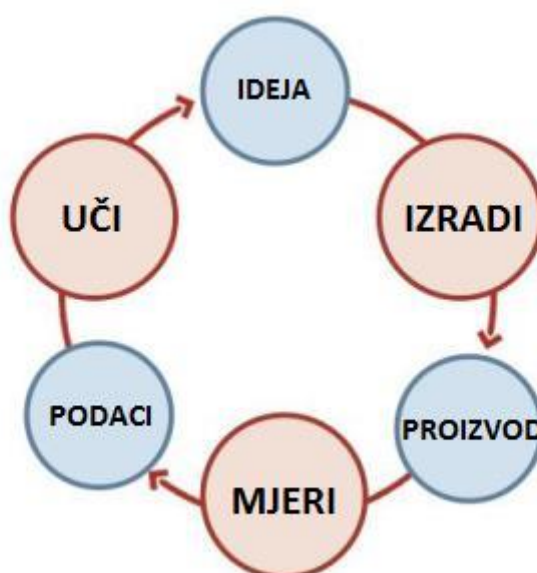
S obzirom na činjenicu da je Lean metodologija razvijena u proizvodnim okruženjima, većina lean principa može se primijeniti na bilo koju vrstu posla ili aktivnosti, a Ries (2011) u svojoj knjizi *The Lean Startup* razlikuje pet osnovnih principa lean startupa:

- **Poduzetnici su svugdje** – ne morate raditi u garaži da biste bili dio startupa.
- **Poduzetništvo je menadžment** – startup je institucija, ne samo proizvod, stoga zahtijeva adekvatno upravljanje, odnosno novu vrstu upravljanja prilagođenu svom kontekstu.
- **Validirano učenje** – startupi postoje ne samo da bi stvorili određeni proizvod, zaradili novac ili služili korisnicima, već da bi stvorili održivi poslovni model.

- **Inovativna metrika** – posebna pažnja mora se posvetiti pomalo dosadnim stvarima poput mjerenja napretka, postavljanja ključnih točaka (miljokaza) i prioritiziranja posla.
- **Model izradi – mjeri – uči** (eng. build – measure – learn) – petlja koja podrazumijeva pretvaranje ideja u proizvode, mjerenje reakcija korisnika i učenja na temelju iskustva.

Potrebno je znati što zapravo startup jest. Lean Startup je metoda za razvoj poslovanja i proizvoda koju je prvi puta predložio Eric Ries u navedenoj knjizi, a za cilj ima transformirati način na koji se izrađuju i lansiraju proizvodi. U najširem mogućem značenju, startup je postupak u kojemu poduzeće traži svoj poslovni model odnosno način da radi što svako poduzeće u konačnici mora raditi, a to je profitirati. Startup je američki pojam i uključuje bilo koju vrstu poduzeća, iako se i u SAD-u povezuje s visokotehnološkim projektima. Razlog tomu je jednostavan i vezan je za samo ime: tehnološki projekti po svojoj prirodi imaju najveći potencijal za rast.[4]

Iz prethodnih pet principa izdvojen je Model izradi – mjeri – uči, jer jasno prikazuje ideju kako bi startup u principu trebao funkcionirati.



Slika 4.2. Model Izradi – mjeri – uči [24]

Većina ljudi koja je upoznata s Leanom isti vidi kao alatni okvir koji sadrži raznovrsne alate. Različiti alati mogu se primijeniti ovisno o aktivnosti ili procesu ili problemu koji se treba riješiti. Lean metode mogu se po potrebi vrlo lako prilagoditi i modificirati, čak mnogo bolje od nekih konvencionalnih alata, a jedan od vrlo korisnih i popularnih Lean alata je upravo Kanban, ali uz njega još postoje mnogi alati poput 5S procesa, Kaizena, Kaikuku, Jidoka, Just in Time, 5x Zašto koji će detaljnije biti objašnjeni u nastavku.

4.1. 5S proces

Proces 5S je organizirani pristup upravljačkim rutinama koji osigurava da alati, dijelovi i ostali predmeti budu na poznatim i optimalnim lokacijama. 5S utječe na smanjenje gubitaka u pogledu vremena i pokreta na operativnoj razini. Također radi se o sustavu koji je puno više od napora da radno mjesto i cijela tvornica izgledaju organizirano i čisto, jer se sastoji od cijele serije aktivnosti za uklanjanje otpada (muda) koji pridonose propustima, defektima i ozljedama na radu. 5S je izveden iz početnih slova japanskih riječi seiri, seiton, seiso, seiketsu i shitsuke što bi značilo:

1. **Sort** – sortiranje artikala (alata, sirovina i sl.) i zadržavanje samo onoga što je potrebno i odbacivanje i zbrinjavanje onoga što nije.
2. **Straighten** (urednost) – “Mjesto za sve i sve na svojem mjestu”.
3. **Shine** (čistoća) – Postupak čišćenja vrlo često može poslužiti kao oblik inspekcije koji identificira neuobičajena stanja pred kvar koja bi mogla ugroziti kvalitetu ili uzrokovati kvar stroja.
4. **Standardize** (kreirati standardna pravila) – Razviti sustave i procedure koji će održavati prva tri S-a.
5. **Sustain** (samodisciplina) – Održavati stabilnu radnu okolinu je neprekidni proces kontinuiranog napredovanja.

Korištenje 5S-a započinje sortiranjem svega što pronade u radionici ili na radnome mjestu, odnosno on sortira stvari koje su potrebne za svakodnevno izvršavanje zadataka u odnosu na stvari koje se koriste rijetko ili nikada. Jedan od jednostavnih načina je da se rijetko upotrebljavani predmeti označe (ili grupiraju na jednome mjestu izvan radnog prostora). Zatim se kreiraju lokacije za svaki predmet (alat ili sirovinu) na način da pozicija odgovara stvarnoj potrebi i/ili redosljedu uporabe u određenoj operaciji.



Slika 4.3. Prikaz 5S procesa

Radnik mora biti u mogućnosti vrlo lako uzeti bilo koji alat ili sirovinu koja mu je potrebna. Nakon toga na red ide čistoća kako bi se osiguralo da se radno mjesto svaki dan očisti, a alati pospreme nakon uporabe na njihovo mjesto. Standardizacija govori o procedurama i postupcima koji su nužni kako bi radno mjesto ostalo uredno i čisto kako bi alati i sirovine bili nadohvat ruke i kako bi vrlo jednostavno uočili sve predmete koji su nepotrebni.

5S nije zamišljen kako bi lijepo organizirao, označio alate i materijale te odbacio otpad, kako bi se radionički pod sjajio. 5S služi kako bi cijela proizvodnja nesmetano funkcionirala i kako bi se organizirao lagani i besprijekorni tok u taktu proizvodnje.

4.2. Kaizen

Kaizen je japanski termin za „promjenu na bolje“ ili „poboljšanje“ koji bi se mogao grubo prevesti i kao kontinuirano postupno poboljšanje. Japanska složenica dolazi iz kombinacija riječi „Kai“ koja znači promjena, odnosno riječi „Zen“ koja znači dobro. Najprikladnija mu je primjena na taktičkoj razini proizvodne linije, funkcije ili cijele organizacije koja je relativno zrela i stabilna.

Ciljevi Kaizena uključuju: eliminaciju otpada, just in time isporuku, optimizaciju/izravnavanje razina proizvodnje, standardiziranje radnih procedura. Kaizen je moguće definirati i kao „rastavljanje na sastavne dijelove i ponovno sastavljanje“. Dakle, Kaizen nalaže da je potrebno promatrati neki proces kako bi se rastavio na aktivnosti. Tada zasebno pokušava unaprijediti svaku od tih aktivnosti kako bi nakon sastavljanja sam proces bio jednostavniji i lakši za radnike. Kaizen je smislen jedino ako dugoročno pokazuje rezultate s malim individualnim doprinosima najnižoj razini organizacije ili toku vrijednosti, a radi na taktičkoj razini.

Prvi korak kod implementacije Kaizena u poduzeće jest prihvatanje metode kao načina razmišljanja, a sama provedba uključuje neke smjernice:

- Ne smije se prihvaćati postojeće stanje
- Treba podržavati pozitivan pristup
- Ne smije se tražiti izgovore i opravdanja, već se problem mora riješiti
- Treba podržavati akcije i provoditi ideje
- Treba koristiti svoje znanje u timskom radu

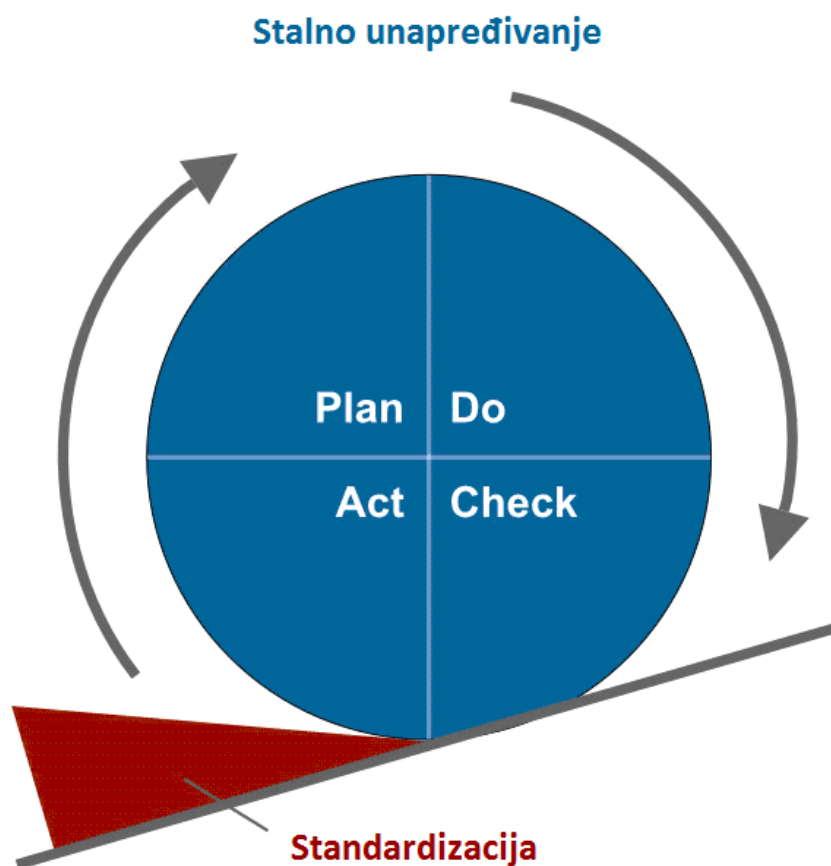
Kaizen se sastoji i od aktivnosti koje zapravo zatvaraju jedan krug, a sastoji se od ovih aktivnosti:

- Standardizacija aktivnosti
- Izračunavanje vremena ciklusa

- Posvećenost inovacijama kako bi se povećala konkurentnost i produktivnost
- Unaprjeđenje procesa

Sve ove aktivnosti zatvaraju jedan krug koji je poznat pod nazivom Shewhart cycle ili Deming cycle ili PDCA. PDCA je jedan dio KAIZEN metode koji se koristi za kontrolu kvalitete te je također korišten u Toyotinim pogonima.

PDCA cycle je naziv za ciklus koji se sastoji od ovih aktivnosti: P(plan); D(do); C(check); A(act).



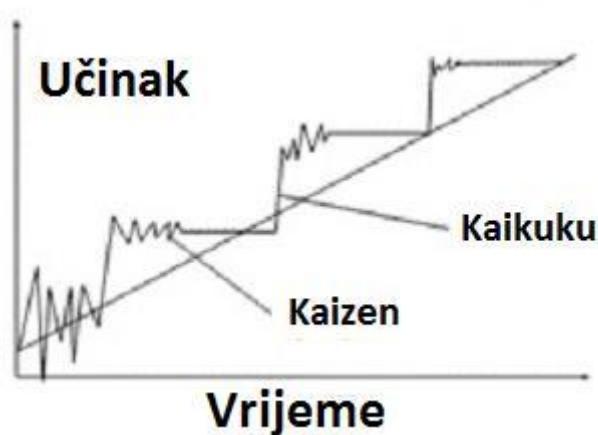
Slika 4.4. PDCA ciklus

4.3. Kaikuku

Kaikaku predstavlja radikalna poboljšanja i promjene, odnosno proces s većim promjenama od Kaizena. On započinje sa zahtjevima korisnika i izravno je povezan sa strategijom poduzeća. Pravilna primjena Kaikaku-a može pomoći i organizaciji da odmakne konkurenciji dramatičnim smanjenjem vremena u postupku unaprjeđenja kvalitete, cijena i dostave.

Najprikladniji je za kompanije koje su u procesu spajanja ili integracije, s velikim pritiscima na troškove, zatim s velikim mogućnostima za rast, preokretima i drugim situacijama koje zahtijevaju promjene na razini cjelokupne organizacije. I Kaizen i Kaikaku se odnose na način uvođenja promjena/poboljšanja u poduzeće, ali Kaizen ima kontinuirana poboljšanja dok Kaikaku uvodi velike i radikalne promjene. Kaikaku se odnosi na šire područje primjene od Kaizena, iako je sporija realizacija rezultata veći su i višestruki istovremeni doprinosi najnižoj razini organizacije ili toku vrijednosti.

Kaikaku je proces poboljšanja na strateškoj razini. On je daleko više transformacijski pristup koji je u principu povezan s poslovnom strategijom organizacije. Ako se ispravno primjeni i ako uspije, Kaikaku može dramatično poboljšati uspjeh organizacije bitno smanjujući probleme s kvalitetom, troškovima ili isporukom. Kaikaku podsjeća na BPM (Business Process Management) gdje ponekad projekti traju nekoliko godina i imaju vrlo visoke ciljeve.



Slika 4.5. Razlika između Kaizena i Kaikikua na grafu učinkovitosti

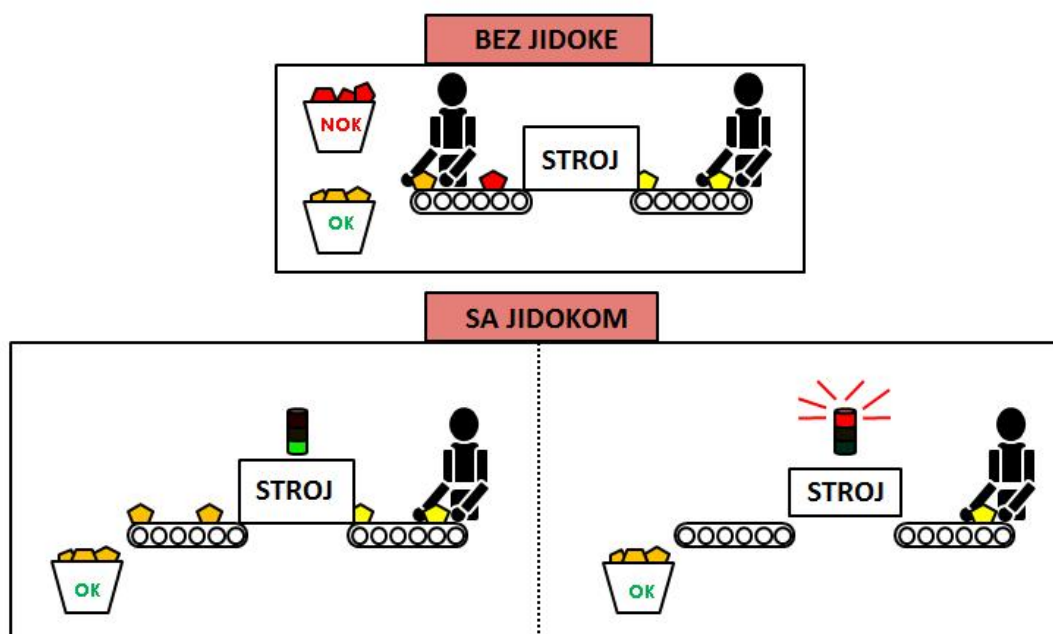
4.4. Jidoka

Jidoka sadrži kontrolu kvalitete u svakom koraku proizvodnje. Osiguravajući svaki proces transparentnim, Jidoka pomaže osigurati prepoznavanje svake pogreške odmah.

Jidoka može biti opisana kao „automatizacija s ljudskim dodirrom“. Kvaliteta je pod stalnom kontrolom i svaki član tima ima odgovornost izvršavanja kontrole kvalitete prije nego isporuči proizvod u sljedeći proces na proizvodnoj liniji.

Podržana je od strane četiri važna elementa koji osiguravaju ispunjenje kvalitete na svakom stupnju: genchi genbutsu, proizvodna ploča, standardizacija i dokaz pogreške (poka-yoke).

Novo otkriće bila je revolucija u dotadašnjem načinu rada. Jidoka je prvenstveno osmišljen na način da stroj može sam raditi i detektirati eventualni problem u radu te zaustaviti stroj. Čovjek operater koji nadzire više takvih strojeva dolazi do stroja na kojem se javio problem te otklanja problem, a stroj nastavlja s radom. Ta je inovacija smanjila potrebnu količinu fizičkog rada kao i broj zaposlenika po stroju.



Slika 4.6. Primjer rada bez i sa Jidokom [33]

Jidoka je često jedan od stupova neke tvrtke odnosno proizvodnog sustava (TPS kuda). JIT (Just In Time) je najčešće drugi stup. JIT i Jidoka se zajedno udružuju kako bi stvorili proizvodnu izvrsnost.

4.5. JIT- Just In Time

JIT je jedan moderan princip proizvodnje čija načela daju dobar primjer kako opstati na tržištu, tj. na koje stvari bi se trebala obratiti pažnja ukoliko se želi biti konkurentan. JIT je ekonomski pojam koji predstavlja strategiju smanjenja troškova u proizvodnji, gdje se proračunom postiže kraće vrijeme skladištenja dijelova, sirovina ili samo izbjegavanje skladištenja te stavljanje istih u najkraćem roku u proizvodni proces.

Neke od osnova te proizvodnje su povećanje kvalitete proizvoda, povećanje produktivnosti, smanjenje zaliha na najmanju moguću razinu, ukidanje skladišta te smanjenje troškova i škarta.

Temelji se na pripremi sirovina, materijala i poluproizvoda za proizvodnju tek onda kad za njima postoji potreba na tržištu, tj. nabavlja se samo onoliko koliko je potrebno za proizvodnju, a proizvodi se onoliko koliko se traži na tržištu. To se postiže povezivanjem dobavljača, proizvođača i kupaca što omogućuje kontinuiranost proizvodnog procesa bez čekanja na dobavljače ili kupce.

Ovakav princip proizvodnje specifičan je po tome što se uvažava mišljenje radnika, tj. omogućuje se svakom članu organizacije da iznese svoje mišljenje kako poboljšati neki poslovni proces. To djeluje pozitivno na radnika, podiže im moral, a samim time i njihovu motiviranost za rad. Cilj je stvoriti osjećaj kod svakog radnika da je važan za organizaciju i da timski rad djeluje pozitivno na dobrobit organizacije.

4.5.1. Ciljevi JIT-a

- a) Uspostava partnerskih odnosa s dobavljačima

Cilj JIT-a je smanjiti broj dobavljača i vrijeme potrebno od narudžbe do isporuke.

- b) Politika Zaliha

Teži se potpunom izbjegavanju zaliha, a to su zapravo minimalne zalihe (upravo ona količina zaliha koja će se preraditi u neposrednom vremenu).

- c) Projektiranje proizvoda

Postiže se smanjenjem broja dijelova a teži se savršenoj kvaliteti.

- d) Projektiranje procesa

Tu se misli na reorganizaciju poslovnog procesa tako da se specijaliziraju pogoni, smanje se pogonski prostori i transportni putovi između njih.

- e) Razvoj ljudskih potencijala

Stalno doškolovanje kadrova da budu fleksibilniji te inovativniji.

- f) Sustav upravljanja proizvodnjom

Teži se decentralizaciji upravljanja proizvodnim procesom.

- g) Postizanje rentabilnosti poduzeća

Cilj je što više smanjiti troškove uz što bolje iskorištenje kapitala.

4.5.2. Prednosti JIT-a

- Manje zalihe materijala
- Vremena dostave
- Kraće vrijeme proizvodnje
- Veća produktivnost

- Bolja iskorištenost kapaciteta
- Pojednostavljeno planiranje i raspoređivanje
- Bolja kvaliteta i manje gubitaka
- Bolji moral radnika
- Suradnja s dobavljačima
- Brže rješavanje problema

4.5.3. Nedostaci JIT-a

- Visok rizik pri implementaciji JIT sustava
- Visoka početna ulaganja
- Primjenjiv je samo za stabilne organizacije
- Potrebno je stalno ulaganje
- Potrebna angažiranost svih zaposlenih
- Mijenjanje rasporeda da se smanji kretanje,
- Prilagodba radnika povećanoj odgovornosti

4.6. 5 x Zašto

Metoda japanske proizvodnje nazvana "5 x Zašto" se koristi za identificiranje pravih uzroka problema koji se javljaju na proizvodnom polju. Cilj nije jednostavno ispraviti posljedice problema, već naći korijenski uzrok problema kako bismo osigurali da se to više neće ponoviti. Sve što trebamo raditi jest upitati se zašto?, zašto?, zašto?, zašto? i zašto? Ideja je da kada se pitanje „zašto“ postavi peti puta, da se tada dolazi do korijena problema. No, nije to uvijek tako jednostavno kako se čini te zahtijeva vježbu da bi se u potpunosti usvojilo.

Primjer: Obavlja se posao na nekom stroju i odjednom pukne vijak. Inače bi se uzeo novi vijak i zamijenio puknuti, no tako se ne dolazi do stvarnoga korijenja problema (iako je i ovo rješenje trenutno učinkovito). Tada je ispravno postaviti pitanje pet puta „zašto?“ . Ispravno bi bilo pitati:

- Zašto je pukao vijak? Zato što nije bio podmazan.
- Zašto nije bio podmazan? Zato što osoba X nije izvršila tjedno održavanje.
- Zašto osoba X nije izvršila tjedno održavanje? Zato što je bolestan.
- Zašto ga netko drugi nije zamijenio? Zato što procedura ne predviđa takvu situaciju.
- Zašto ne predviđa takvu situaciju? Zato što je netko (rukovoditelj/direktor/vlasnik) nije predvidio.

Dakle, da je postojala neka procedura, vijak vjerojatno ne bi pukao, proizvodnja ne bi stajala i tako ne bi dolazilo do rasipanja. Cilj ove metode je promišljanje o problemu izvan očiglednih činjenica.

4.7. Kanban

Kanban još je jedan u nizu Lean alata, ali zato što se u ovom diplomskom radu govori o Kanbanu, on će se posebno izdvojiti, opisati i analizirati u sljedećem poglavlju.

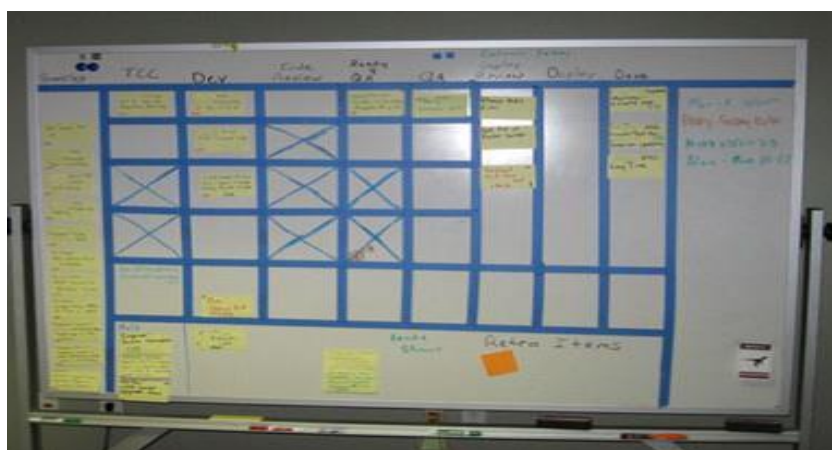
5. KANBAN

Kanban, kao što je navedeno, se smatra jednom od vrsta lean alata. Sve počinje od komunikacije. Kanban je komunikacijski alat odnosno metoda koja je u osnovi zamišljena kao redosljedni sastav implementiran na jednostavnoj ploči za pisanje, da bi njegova implementacija maksimalno smanjila troškove. Kanban na japanskom jeziku doslovno i znači – ploča. Kad pričamo o fizičkim alatima koji vam trebaju da uspješno implementirate Lean principe, ploča je glavni predmet. Zapravo i jedini koji zaista trebate.

Također, Kanban s proizvodnog stajališta služi za kontrolu logističkih lanaca, a ne za kontrolu sustava za upravljanje zalihama. Kanban je osmislio Taiichi Ohno, u Toyoti, kao sustav za poboljšanje i održavanje visoke razine proizvodnje s početkom 50-tih godina 20.stoljeća, a od 2005. godine David J. Anderson ga je počeo primjenjivati na novi način.

5.1. Općenito o Kanbanu i njegova povijest

Kanban je postao učinkovit alat koji pokreće proizvodni sustav u cjelini, a on se pokazao kao izvrstan način za promicanje poboljšanja. Jedna od glavnih prednosti Kanbana je utvrđivanje gornje granice "Work in progress" koji će biti prikazan kasnije, a uz njegovu pomoć može se izbjeći preopterećenje proizvodnog sustava. [12]



Slika 5.1. Primjer obične ploče na kojoj se koristi Kanban s post-it naljepnicama [10]

Kanban (ploča) je prostor na kojem u ne zadanoj formi pokušava grafički prikazati proizvodni proces i na njemu pratiti konkretne događaje. Zvuči apstraktno, ali u stvarnosti je nevjerojatno jednostavno, zabavno i korisno. Dizajn ploče nije formalno zadan i nikad se neće napraviti savršena ploča, ali upravo je ta konstantna nesavršenost i unaprjeđivanje, također jedna od ideja Lean proizvodnje. [12]

U kasnim 1940-tima, Toyota uspijeva pronaći bolji inženjerski proces proizvodnje iz neočekivanog izvora, lanca supermarketa. Inženjeri Toyote primijetili su da zaposlenici u trgovini pune police proizvodima iz svojeg vlastitog skladišta, a ne iz skladišta dobavljača.

Tek kada je određeni proizvod s polica bio gotovo rasprodan, tek tada su službenici supermarketa naručivali robu. To predstavlja tzv. pull mehanizam koji podrazumijeva proizvodnju koja teče, proizvodnju u taktu, za razliku od tzv. push mehanizma koji podrazumijeva proizvodnju u serijama. Klipp (2014.) nadodaje da je Kanban zapravo alat za upravljanje tokovima materijala ili informacija unutar procesa. Ne posjedovanje dovoljne količine materijala u vremenu kada je to izričito potrebno bez obzira radi li se o dijelu, dokumentu ili informaciji o korisnicima, rezultira kašnjenjem i rasipanjem. S druge strane, ako se posjeduje prevelika količina materijala ili previše rada u procesu također dolazi do rasipanja. Kanban je upravo takav alat koji služi za učenje i upravljanje optimalnim tijekom rada unutar procesa.

Kanban također na kineskom osim ploča, znači i kartica. Toyotini radnici na proizvodnim linijama koristili su Kanban, odnosno kartice kako bi vizualizirali i signalizirali korake u svom proizvodnom procesu. Kanban je tako tada smanjio otpad, vrijeme potrebno za proizvodnju te je time povećavao vrijednost proizvoda. Na Kanban ploči koristile su se obojene kartice, a njihovo objavljivanje za različite tipove poslova te objavljivanje može brzo omogućiti radnom timu da:

- Vide ono na čemu rade (kartice daju vrijednost određenom poslu)
- Poprave vizualni pokazatelj blokatora
- Procijene koliko je bila dobra analiza i proces osiguranja kvalitete
- Provedu jednostavno praćenje (koliko je stavki premašilo zadani rok, koliko ima blokatora itd.)

Prednosti Kanban ploče su vidljivost sljedećeg:

- Na čemu pojedina osoba radi
- Je li osoba preopterećena poslom
- Gdje se nalazi „usko grlo“
- Gdje se stvaraju rupe u poslu
- Što je blokirano

Hefley, 2014. godine upozorava da je današnja radna snaga „naoružana“ cijelom silom moderne tehnologije, ali da većina informacija i dalje pristiže iz različitih jednostavnih izvora poput riječi ili papira. Elektronska pošta, proračunske tablice i liste zadataka su svugdje oko nas. Tekstualne informacije nisu komunikacijsko sredstvo koje svima odgovara, već je potrebno pristupiti stvaranju slike, tj. vizualizacije posla budući da je i znanstveno dokazano da mozak procesira vizualne informacije 60 000 puta brže nego tekstualne. Kanban je baš alat koji pomaže izvući snagu vizualne informacije koristeći ljepljive papiriće i ploču, kao medij za stvaranje slike pojedinog posla tvrtke.

Nova primjena Kanbana počela je 2005. godine, pod vodstvom već spomenutog, Davida J. Andersona, koji je 2007. okupio skupinu ljudi kako bi primijenio Kanban na novi način. Po Andersonu, Kanban pristupa na način da razvija i unaprijedi procese poduzeća, odnosno da sustavno mijenja organizaciju.

Drugim riječima možemo reći da :

- a) organizira probleme poduzeća te daje jasni prikaz prioriteta i fokusa na bitno,
- b) otkriva tijek rada i probleme procesa odnosno projekta te ih tako može lakše i brže riješiti, kako bi zadovoljio kriterije koji su mu postavljeni.[11]

5.2. Implementacija Kanbana

Svaka organizacija odnosno poduzeće je jedinstveno i razlikuje se od svih drugih. U ovom poglavlju biti će prikazan pristup implementaciji Kanbana, na način da se postavljaju pitanja na koje je potrebno pronaći odgovore. Odgovori na su koraci koji će dati dobru podlogu za početak, odnosno uz njih će te lakše pronaći sve što odgovara vašoj organizaciji. Kanban se dobro snalazi u okruženju u kojemu se već primijenje Lean menadžment. Lean kontinuirano povećava vrijednost u što kraćem vremenu uz smanjenje napora za što bolju kvalitetu. Lean kao ni Kanban nije nešto što se implementira i samim time završava. To je proces poboljšanja koji neprekidno traje. [25]

5.2.1. Koraci pri implementaciji

1. Upoznavanje s vlastitim sustavom

U sustavu odnosno u procesu organizacije gdje se koriste alati i način komuniciranja, zapravo sve se događa od trenutka kada se dobije zahtjev od klijenta do trenutka kada se taj zahtjev ispuni. To je sustav. Da bi bili sigurni da Kanban sustav ispunjava svrhu potrebno je gledati kroz oči klijenta te pokušati shvatiti što on očekuje od poduzeća. Kako, zašto i koliko često klijent govori što je potrebno napraviti? Što klijenta čini sretnim? Nakon odgovora na ova pitanja, poznate su želje klijenta te dolazi vrijeme za optimizaciju sustava kako bi sustav bio što bolji u ispunjavanju potreba.

2. Identifikacija vlastitih izvora i prioriteta

Dolaze li zadaci iz više od jednog izvora? Ako se radi sa prodajom u mnogim zemljama ili postoje zahtjevi od mnogo kupaca tada postoji i više od jednog izvora. Različiti izvori mogu biti različiti klijenti ili menadžeri. Tko ima prioritet između njih? Isto vrijedi i kada tim obavlja „podršku i razvoj“ (eng. „support and development“) te je potrebno odlučiti što će se učiniti prvo. U narednom tekstu prikazani su primjeri kako pravila odlučivanja mogu izgledati, a na slici 5.2. vidljivo je kako dolazi do konfuzije pri odabiru izvora i prioriteta.



Slika 5.2. Odabir izvora i prioriteta [25]

- a) Postoji samo jedan donositelj odluka za sve koji odlučuje što će biti prioriteti neovisno o izvoru.
- b) Za svaki izvor postoji jedan donositelj odluka te oni zajedno čine tim koji odlučuje o prioritetima. Važno je da se bilo kakvo sputavanje utvrđivanja prioriteta, obavi izvan tima. Timovi nikada nisu produktivniji ako se izvršava pritisak na njihov rad.
- c) Postoji jedan donositelj odluka za svaki izvor i unaprijed je određen postotak rada za svaki izvor. Također, potrebno je odrediti i vremenski okvir u kojem bi taj postotak trebao biti prikazan. Ako je obećano jednom izvoru 50% kapaciteta tada je potrebno pobrinuti se da na kraju godine on dobije svojih 50%, iako možda nije uvijek polovica sustava radila za njega. Ukoliko se to dogodi rješenje bi bilo uzimanje svih sljedećih poslova od tog izvora.
- d) Također postoji mogućnost korištenja algoritma koji odlučuje koji je zadatak sljedeći. Postoji pravilo da se prioriteti slažu prema težini ili cijeni kašnjenja. Ovaj način je kompleksan, ali vrlo dobar ako se dobro postavi.

3. Pronalazak procesa

Vizualizacija procesa je sama svrha kanban ploče. Na ploči kao se nalaze stupci odnosno koraci. Smisao ploče je prikazati tko će obaviti koji korak i koje će poslove oni obaviti na putu od ideje do realizacije. Za primjer se može dati proces čiji početak može biti stvaranje prioriteta posla od strane proizvodnog menadžera, a posao može doći od strane različitih izvora. Nakon toga analiziraju se zahtjevi te se pripremaju zadatci za rad. Prije no što se raspodjele zadatci izvode se testovi koji daju okvirni prikaz procesa.

4. Osmišljavanje ploče tijeka rada

Ako se dobro poznaje vlastiti proces, vrijeme je za izradu Kanban ploče. Potrebno je dobro predložiti proces i samim time znati sve potrebne korake. Kao što je prikazano na slici 5.4. postoje mnogi stupci, odnosno koraci kao što su čekanje, analiza, razvoj, test, implementacija te mnoge druge. Ovisno o dostupnosti proizvodnog menadžera može postojati stupac "sljedeće" koji će iz dostupnih zadatka odrediti koji su zadaci sljedeći. Ako je proizvodni menadžer u timu i stalno radi na ploči tada je stupac "sljedeće" koristan. Naravno ukoliko se koriste algoritmi ovaj stupac nije potreban.

5. Postavljanje ograničavanja

Jednom kada se odrede stupci vrijeme je za postavljanje ograničavanja. Njihova važnost navedena je na strani 57, a ako se postave dobra ograničenja, postojat će i dobar radni ciklus bez previše slobodnog vremena. Veliki dio Leana je sposobnost pronalaska balansa. U ovom smislu to je balans između troškova kašnjenja i mirovanja rada.

OGRA- NIČENJE	ZADATAK	U TIJEKU	ZAVRŠENO
1	PROD SWX	WOI GI	CTAF
2	DO JER SFS	SO GDB	
3	FIN SO DB	TEH	
4	MAKE TES HD		
5	BUILD ADA TES HD		
6	PERF SO DB		
7			

Slika 5.3. Prikaz postavljanja ograničenja

Uz tablicu na slici 5.3. može se bolje shvatiti što daje postavljanje ograničenja. Bez obzira na limit, u tablici zadnja dva reda smatramo upozoravajućim signalima. Npr. ako postoji 7 redova, popunjavanjem 6. i 7. reda otvara se diskusija kojom se utvrđuje hoće li ograničenje biti probijeno. Ovakva tablica omogućuje da se diskusije događaju u razdoblju kad još postoje mogućnosti. Ako postoje poslovi koji su hitni, za njih posebice postoje mogućnosti koje zaobilaze zadani tijek rada. Tako mogu postojati redovi u koje se mogu staviti naredbe da čim se neki zadatak nađe u njima, prestaje se sa zadanim radom i radi se samo zadatak koji se nalazi u tom stupcu.

6. Odlučivanje uloga

Uloge po načelima Kanbana nisu propisane. One se dodjeljuju ovisno o kompaniji ili timu koji tako odluči. Kanban svejedno nastoji smanjiti vrijeme ciklusa proizvodnje, tako da pridavanje uloga može dodatno smanjiti to vrijeme. Ukoliko se uloge postavte se unatoč tomu vrijeme ciklusa poveća one moraju biti ukinute. Također, ako je trošak dodjeljivanja uloga veći od vrijednosti koju stvaramo tada te uloge također postaju suvišne.

7. Vrijeme sastanaka

Kanban kao takav u pravilu ne zahtjeva sastanke, ali oni uvelike mogu koristiti. U nastavku su prikazane neke vrsta sastanka koje se odnose na Kanban.

a) Planski sastanak

Sastanak koji se održava po dogovoru. Svaki tjedan, svaka dva tjedna, jednom mjesečno ili kako je potrebno. Ovi sastanci su to radi planiranja procesa i oni su tu onoliko često koliko smatrate da je potrebno. Na ovim sastancima cijeli tim ljudi prisustvuje te se raspravlja o potrebama i tehničkim uvjetima. Na ovom sastanku se postavljaju pitanja, raspravlja se, pomaže se svima da shvate što trebaju raditi i kako to trebaju raditi. Ovakvi sastanci često su nabijeni pozitivnom energijom, što čini razvoj zanimljivijim i bržim.

b) Dnevni sastanak

Sastanci koji se događaju na dnevnoj bazi, kratko traju i služe za sinkronizaciju cijelog tima. Iz razloga što je na ploči jasno vidljivo kakvo je stanje procesa, nema potrebe za mnogim pitanjima. Umjesto toga koncentracija cijelog tima je na tijeku rada, odnosno na raspravi kako riješiti probleme vezane za isti. Neka od pitanja:

1. Ploča je ažurirana? Ako nije sastanak se odgađa na kratko dok se ploča ne ažurira.

2. Što zaustavlja tijek rada i kako tim to može riješiti?

3. Imaju li svi posla? Ako je odgovor ne, donosi se nekoliko novih zadataka.

c) Retrospektivni sastanak

Kanban je Lean, a Lean ima fokus na konstantnom unaprjeđivanju. Osim retrospektivni, ovaj sastanak možemo zvati i unaprjeđujući.

Ovakav sastanak također dobro je imati na dogovorenoj bazi, jer se tako lakše može vidjeti što se točno napravili u određenom vremenskom periodu. Smisao ovog sastanka je poboljšavanje stvari koje su loše odrađene te ih se pokušava umanjiti i sagledati što je bilo dobro i s time nastaviti.

d) Plan – Do – Check – Act

Već poznati PDCA ciklus ovdje se pojavljuje u vidu sastanaka koji pokušava dovesti proces na staze kontinuiranog unaprjeđivanja. O njemu se govori u poglavlju 4.2. Kaizen, gdje je detaljno objašnjen.

8. Postavljanje načela

S obzirom da je osnovna ideja da se proces stalno unaprjeđuje i prilagođava novim situacijama, dobro je imati načela koja mogu odvesti sustav u određenom smjeru. Uz načela je moguće spoznati klijentove potrebe, odnosno njihove zahtjeve. Slijedi nekoliko načela kao primjer.

- a) Pronaći i ispraviti pogreške. Trošak koji je stvoren popravljajuću pogreške eksponencijalno raste s vremenom, tako da se može puno novca uštedjeti ukoliko se greška pronađe i riješi se što je prije moguće.
- b) Jednostavnost. Što je veća složenost, to je trošak eksponencijalno veći. Rad u malim timovima sa malim serijama i kratkim ciklusima mnogo je lakši i opušteniji.
- c) Svi u timu su odgovorni za tijek rada. Potrebno je uzvodno se pobrinuti da bi se dobilo sve ono što je potrebno da se napravi posao. Dok je nizvodno potrebno brinuti da u sljedećem koraku postoje dobri uvjeti za početi rad.
- d) Kvaliteta, bez obzira na posao kojim se poduzeće bavi.
- e) Najveći dio troška cijelog proizvoda nije nastajanje, već održavanje pa je potrebno raditi tako da je sustav lakše održiv.

- f) Sretan klijent je jeftin klijent, jer generira najmanje troška.
- g) Dobra kvaliteta jeftinija je od loše kvalitete.

Kao završna misao nameće se rečenica Toma Poppendiecka. „*Bez obzira na to što vidimo ili čujemo da se implementacija Leana pojavljuje kao rješenje nekog tuđeg problema, to ne znači da bi ona na isti način mogla riješiti i naše probleme.*“ S ovom rečenicom doznajemo da je svaki problem zaseban i da se za svaki problem treba potruditi kako bi bio riješen. [25]

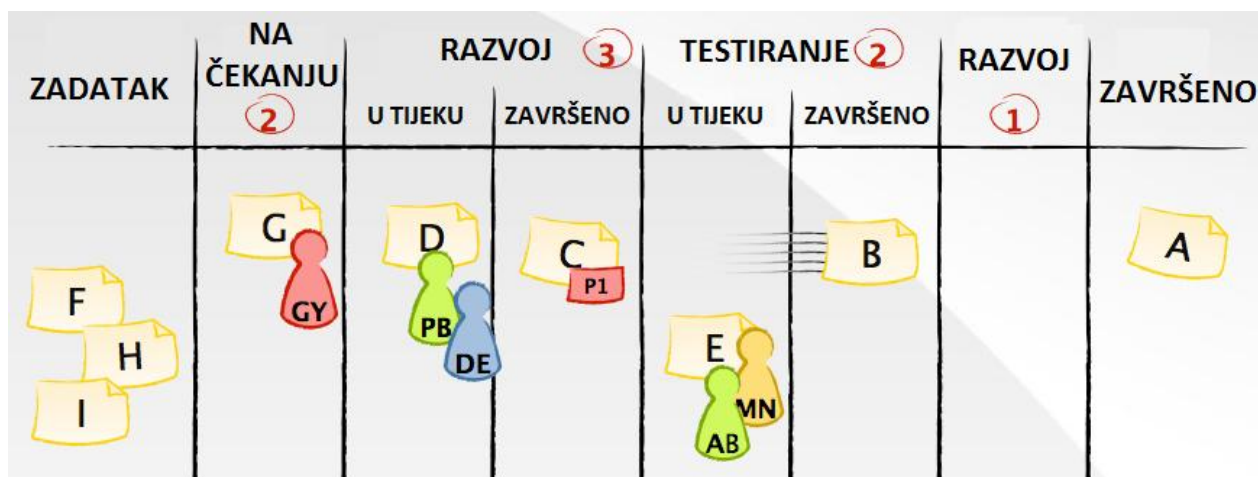
5.2.2. Temeljne osobine i ciljevi implementacije Kanbana

U knjizi Davida Andersona, Kanban - Successful Evolutionary Change for your Technology Business, prikazuje se pet temeljih osobina koje on dosljedno promatra kao ciljeve implementacije Kanban metode. [3]

1. Vizualizirati tijek rada

Potrebno je od zahtjeva do završetka shvatiti što je neophodno da bi se dobio određeni proces. Cilj Kanbana je napraviti pozitivne promjene kako bi se optimizirao protok rada kroz sustav. Tek nakon razumijevanja kako tijek rada trenutno funkcionira može se težiti poboljšanju tako da se naprave ispravne prilagodbe. Uvođenje promjena prije nego što se shvati kako će one utjecati na tijek rada uvijek je stavljanje poslovanja poduzeća pred rudo. Ono može uzrokovati da se donose odluke koje su u najboljem slučaju i ne baš od osobite pomoći, a u najgorem slučaju mogu biti jako štetne.

Najčešći način kako predočiti tijek rada je korištenje ploče s post-it papirića i stupcima. Svaki stupac na ploči predstavlja korake u tijeku rada. Također, može se otići korak dalje i vizualizirati rad koji je u najavi, a koji još nije započet.



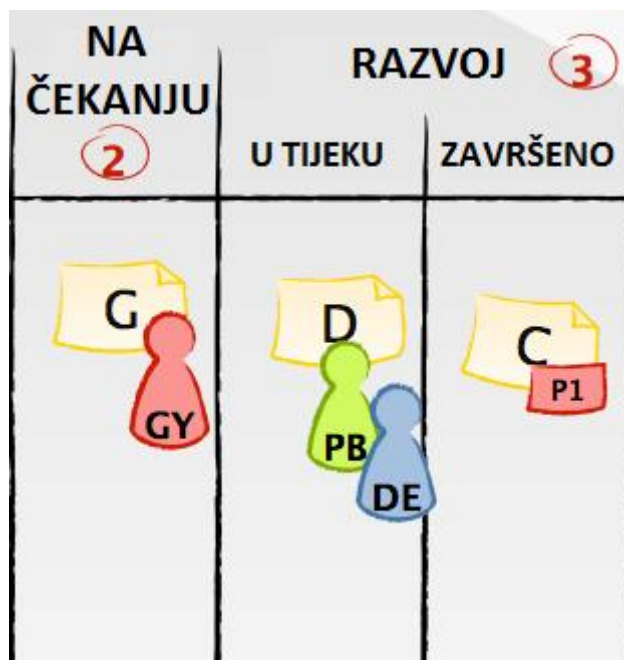
Slika 5.4. Detaljniji prikaz Kanban ploče sa karticama [11]

Niti jedan tijek rada nije najbolji. Kanban ne propisuje određeni tijek rada. Tako znači da ako se uzme pet različitih ljudi iz različitih kompanija ili radnih grupa lako se može završiti s potpuno pet drugačijih tijekova rada, što nije nikakva greška.

2. Ograničavanje rada u procesu odnosno "Work in progress"

WIP se može definirati kao skup svih zadataka na kojima se trenutno radi. Iako se u današnje vrijeme u praksi često vrši „skakanje“ sa zadatka na zadatak, također poznato i kao multitasking ili mijenjanje konteksta, učinci navedenih nisu u potpunosti zadovoljavajući. Žongliranje simultanih poslova timove ne čini produktivnima, već im uvelike odvlači pozornost. Upravo zato je potrebno ograničavanje rada u procesu. Ograničavanje WIP-a mora odgovarati kapacitetu koji posjeduje tim ljudi zaduženih za proces odnosno projekte. Općenito, postavlja se ograničenje WIP-a po stupcu odnosno kolumni koje se vidi na primjeru Slike 5.4., a WIP predstavljaju crveni zaokruženi brojevi. Postavljanje ograničenja ne znači da je u određeni stupac zabranjeno postavljanje novih zadataka, već znači da ako se prekorači zadana granica, cjelokupni tim mora preuzeti odgovornost, odnosno razumjeti zašto se takva situacija dogodila te što oni mogu poboljšati i napraviti da bi se spriječilo ponavljanje istog problema. Uz pomoć takvih ograničenja lako će biti vidljiva problematična područja u tijeku rada te će ih se tako moći lakše prepoznati i riješiti. Ograničenje rada u procesu kamen je temeljac Kanbana. Zato što je cilj novu funkcionalnost proizvoda izdati što prije, ograničava se količina posla koja se može odraditi istovremeno. Postoje dva osnovna ograničenja:

- **Redovi čekanja** : stupci na Kanban ploči gdje se gomilaju zadaci do definiranog maksimalnog broja.
- **WIP graničenje** : određuje maksimalan broj radnih zadataka koji mogu biti u određenom stanju.



Slika 5.5. Dio Kanban ploče

Slika 5.5. izdvojena je iz cijele Kanban ploče kako bi se prikazala razliku između redova čekanja i WIP ograničenja. Zaokruženi crveni broj prikazuje u stupcu „To Do“ redove čekanja, dok „Development“ prikazuje ograničenje rada u procesu. Razlika je u tome što u prvom stupcu nije moguće obavljanje više zadataka, već se taj stupac puni do maksimalnog broja kojeg smo dobili na temelju iskustva te kada je sljedeći stupac dostupan za zadatke on preuzima iste. Razlika je što je u drugom stupcu moguće obavljanje više zadataka i samim time u isto vrijeme radi se više zadataka koji su dodijeljeni određenim timovima ili ljudima.

3. Upravljanje toka

Cijela poanta implementiranja Kanbana je zapravo stvaranje pozitivne promjene. Prije nego što je moguće napraviti tu promjenu, potrebno je znati što se treba promijeniti. To se može saznati gledajući kakav je tok vrijednosti kroz sustav, analizirajući problematična područja toka vrijednosti te zatim implementirati promjene na ta područja. Nakon toga se ciklus ponavlja kako

bi se vidjelo kakav učinak imaju promjene na cjelokupni sustav, jer je potrebno znati da li utječu pozitivno ili negativno na stvari koje se žele promijeniti. Iz iskustva je poznato da kada se riješi jedan problem, uvijek će se pojaviti novi te radi njih postoji želja za stalnim stvaranjem napretka.

4. Prikazati proces eksplicitno

Kao što je navedeno ranije, ne može se poboljšati nešto, ako ne razumijemo što. Proces odnosno projekt treba definirati eksplicitno i jezgrovito. Bez eksplicitnog razumijevanja kako stvari funkcioniraju i kako rade svaka rasprava o problemu postaje subjektivna. Kada svi u potpunosti razumiju što proces definira, tek tada se mogu početi donositi odluke o promjenama koje će pokrenuti poduzeće u pozitivnom smjeru. Izbori će biti racionalniji, rasprava objektivnija i rezultati kvalitetniji.

5. Poboljšati suradnju

Kanban potiče male kontinuirane, inkrementalne i evolucijske promjene. Moguće je čuti riječ Kaizen kada se govori o Kanbanu. Kaizen je riječ koja znači kontinuirano poboljšanje. Da bi se Kanban koristio efikasno, Kaizen je ključni dio. Ako ne postoji kontinuirano poboljšanje, ali se koriste druga načela tada je poanta Kanbana neshvaćena.

Timovi koji imaju zajedničko razumijevanje i shvaćanje teorije o radu, tijeku rada, procesa i rizika, će vrlo vjerojatno moći graditi i zajedničko razumijevanje pri rješavanju problema i predlagat će mjere za poboljšanjem koje mogu biti dogovorene konsenzusom.

5.2.3. Prednosti implementacije Kanban sustava

Prednosti implementacije Kanban sustava prikazane su kroz sigurnost zaposlenika, utjecaj na inventar, utjecaj na operativnu učinkovitost i potencijalni utjecaj na klijenta. [26]

Sigurnost:

Ključ prednosti Kanban sustava je strogo određivanje urednog radnog okruženja. Takav pristup minimizira situacije gdje se višak inventara pojavljuje na ne prihvatljivim mjestima u skladištu. Radi toga manje su mogućnosti nesreća, padova i sličnih događanja.

Utjecaj na inventar:

1. Kao što postoje jasno definirane razine inventara tijekom procesa, višak istih i potencijal za nastajanje zastarjelih zaliha se smanjuje na minimum.
2. Novac nije striktno povezan s kupnjom i skupim inventarom te su radi toga radne razine kapitala pod kontrolom.

Operativna učinkovitost:

1. Visoka razina kvalitete je zahtijevana tijekom procesa.
2. Oprema koja neprekidno radi i operativna pouzdanost stalno se unaprjeđuje na više razine.
3. Smanjenje vremena radnog ciklusa.

Utjecaj na klijenta:

Klijent iz Kanban sustava izvlači mnoge koristi. Potreba za poboljšanjem kvalitete i pouzdanosti procesa utječe na samu kvalitetu proizvoda i usluge za klijenta. Kraće je vrijeme proizvodnje. Operativne učinkovitosti koje proizlaze iz Kanbana mogu omogućiti uštede koje se u krajnjem slučaju reflektiraju na klijente, međutim, sve takve odluke ovise o nahođenju proizvoda ili pružatelja usluga.

Dok kanban pruža kvalitetu i smanjenje cijene proizvoda te pogodnosti za klijenta, ako se provodi ispravno zahtjeva veliku količinu razumijevanja, želja i potreba od strane klijenata. Potreba za točno predviđanje budućih potreba klijenta traži uvid u um klijenta te usklađivanje njih i dobavljača na tržištu. Predviđanje budućih potreba klijenata, podrazumijeva i uvid kako u kratkoročna tako i u dugoročna očekivanja, uzimajući u obzir tehnologiju, okoliš, itd. Poznavanje i razumijevanje tih potreba može stvoriti velike prednosti u odnosu na konkurenciju i pokazati ciljani smjer poslovanja i razvoja te marketinga. Poznavanje potreba klijenata razvilo se kao rezultat potrebe da se postigne što bolja operativna učinkovitost kroz primjenu Kanbana te tako postaje prednost u poslovanju u smislu razvijanja strategije i njene provedbe. [26]

Na kraju može se u kratko reći da je ključna prednost Kanban sustava, učinkovito usklađivanje poslovne strategije i orijentacije poslovanja s pogledom na buduće potrebe, želje i očekivanja klijenta.

5.2.4. *Moguće greške prilikom implementacije Kanban sustava*

Greške koje se javljaju prilikom implementacije nisu rijetke. Takvih slučajeva ima mnogo, uglavnom iz razloga ishitrenosti i neorganiziranosti. U ovom odlomku prikazane će biti neke od tipičnih pogrešaka koje se pojavljuju u praksi te načini kako se oni mogu riješiti. [27]

1. Odabir krivih Kanban koraka

Ako proces proizvodnje nije analiziran dolazi do postavljanja krivih koraka u Kanban sustavu. Takvi koraci onda nemaju smisla te se s njima javljaju samo problemi, jer ne odgovaraju proizvodnom procesu. Da bi se riješio ovaj problem postoje razne analize, pogotovo ABC analiza koja je vrlo jednostavna i lagana. Takve analize daju "bolji osjećaj" kako postaviti korake.

2. Ne postojanje Kanban koordinatora

Ako ne postoji osoba koja je glavna i odgovorna za upravljanje i optimizaciju Kanban sustava dolazi do problema. Kada postoji takva osoba, potrebno je prvo se njoj javiti u vezi bilo kakvih problema, što nije moguće ako ona ne postoji. Da se to ne bi dogodilo na samom početku postavlja se Kanban koordinator te se organiziraju treninzi za tu osobu kako bi je što bolje osposobili za takav posao. Tada ta osoba ima dovoljno alata i znanja da može uvijek i svima pomoći.

3. Nedostupna baza podataka za korištenje Kanbana

Svi podaci koji se koriste i koji su potrebni nalaze se u neorganiziranim tablicama. Što je zamršenost podataka veća, to je teže takve podatke koristi u Kanban sustavu. Potrebno je prethodno organizirati podatke te cijeli tim mora smanjiti vrijeme takve obrade podataka.

4. Nestandardizirane Kanban kartice

U većini slučajeva kartice su printane iz Word ili Excel datoteka, gdje nema jasne standardizacije i gdje su podatci nerijetko nepotpuni i netočni. Definiranjem standardnih Kanban

kartica osiguralo bi se njihovo lakše korištenje, razumijevanje i printanje.

5. Kompleksnost procesa je prevelika

Procesi su kompleksni i ljudske pogreške su gotovo zagarantirane. To je rezultat izgubljenih Kanban kartica i loše transparentnosti. Treba definirati jednostavnije i jasnije procese, s kojima će zaposlenici lakše rukovati. Također, jasno definiranim odgovornostima i transparentnim procesima može se ukloniti ova greška.

6. Nepostojanje potrebne Kaizen aktivnosti

Kanban sustav izlaže svoje slabosti jako brzo, a nema aktivnosti koja može pripremiti sustav i riješiti taj problem. Zato što ne postoji konvencionalno rješenje potrebno je zapisati sve probleme i slabosti sustava. Raspravljati o svim temama unutar tima i definirati potrebne akcije i projekte kako bi se ti problemi riješili. Nikad se ne smije zaboraviti da je Kanban vrlo koristan alat, ali da je on samo dio Lean cjeline i da Kanban ne rješava sve probleme automatski, već da u njega moramo uložiti puno truda i rada kako bi iskoristili sve njegove potencijale. [27]

5.3. Posljedice korištenja Kanbana

Prikazujući stanje projekata na jednoj običnoj bijeloj ploči i uz pomoć *post-it* papirića, može se dobiti cijeli niz vrlo korisnih “posljedica”: [12]

1. Jasno pokazuje što se sve događa u poduzeću na jednom mjestu.
2. Grafički izvještava o statusu pojedinog projekta u stvarnom vremenu bez čekanja izvještaja. Tako naprimjer projekt može prijeći u idući korak “Done” i time obavještava sve zainteresirane da je taj korak gotov. Tada on prelazi u “Waiting for resources” i tako poziva na aktivnost HR-a (Menadžment Ljudskih Potencijala) . Također se može proglasiti “Problem”, pa ad hoc pozvati na sponzorsku aktivnost. Pomicanje projekata na ploči je obaveza projekt menadžera. Ova posljedica može efikasno smanjiti sastanke projektnog odbora, što je svakako eliminacija troškova u pripremi i izvođenju.

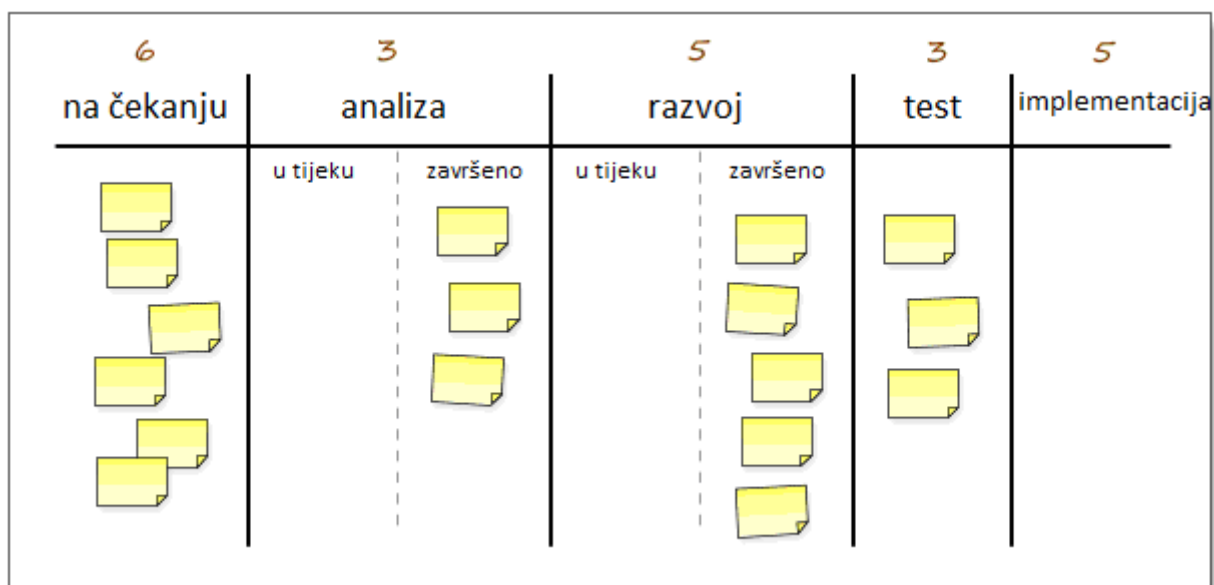
3. Efekt koktel zabave (eng. Cocktail party effect) je efekt koji opisuje proces u kojem informacija pronade svoj put i do trećih strana koje mogu aktivno sudjelovati u rješavanju problema, bez da su aktivirane direktnim pozivom. Naziv dolazi od efekta “razgovora na zabavi”, gdje ljudi sa strane načuju razgovore drugih osoba pa se uključe kad misle da mogu doprinijeti temi. Kako je ploča u javnom prostoru svi su na istoj “zabavi” i pozvani su da doprinesu u točki u kojoj mogu pomoći. Interesantno je koliko takav efekt homogenizira zajednicu.
4. Povezani izvještajni alat, koji ako postoje, dolaze do vrha kompanije, koji na jednom preglednom mjestu daju svima koji uđu u javni prostor detaljno stanje cijelog poduzeća. Jedna ploča može pokriti sve izvještaje i stotinu projekata poduzeća, a vrijednost pogleda na cjelokupni rad poduzeća u jednom kadru je neprocjenjiva za menadžment istog.
5. Prostor za zajedničku redovnu komunikaciju projektnih menadžera i sponzora. Ploča neće zamijeniti detaljni uvid u projekte, ali može poslužiti kao odličan katalizator za razgovor o cijelom portfoliju ili dijelu portfolia za koji je neki sponzor zadužen. Naravno, razgovor se događa uživo, jer je upravo takav način prenošenja informacija u duhu Lean proizvodnje.
6. Grafički pogled omogućuje uvid na eventualnu opterećenost pojedinog dijela poduzeća koji vode projekt ili općenito na cjelokupni portfolio. Ukoliko se u koloni “U proizvodnji” nalazi veći broj projekata nego što kapacitet pokriva, već samim pogledom na kolonu jasno je da su potrebne promjene, jer je proizvodnja preopterećena. Također, ako u “U najavi” postoji veliki broj projekata jasno je da slijedi razdoblje u kojem će biti potrebno nabaviti sve potrebne resurse. Taj koncept od prije nam je poznat kao “Work In Progress”.
7. Odličan pogled na sliku portfolia i mogućnost izdvajanja projekata s najvećom poslovnom vrijednosti. To se može postići koristeći različite boje *post-it* naljepnica. Jednostavno, a jako efektivno. Jednim pogledom na ploču dobije se informacija koliko se radi projekata malih poslovnih vrijednosti, a koliko kritičnih. To može otkriti mnoge izazove u strateškom fokusu organizacije.

8. Smanjuje se potreba za različitim tipovima dokumentacije. Nekad je toliko jednostavno fotografirati ploču i spremati iste fotografije tako da se vidi gdje projekti odnosno poduzeće ide u odnosu na proteklo vrijeme.
9. Djeluje kao odličan grafički alat za upravljanje resursima, ukazuje na termine raspuštanja resursa i ulaska novih resursa u proces proizvodnje. [12]

5.4. Praktični primjer korištenja Kanbana

U ovom poglavlju radi boljeg razumijevanja Kanbana, prikazan će biti jedan teoretski primjer koji je prilično jednostavan, a pomoći će pri razumijevanju funkcioniranja Kanban sustava u suštini. [12]

Na slici 5.6., ploča prikazuje situaciju u kojoj tim stručnjaka koji se sastoji od razvoja, analize i testa, radi u poduzeću i spriječen je uzimati više procesa odnosno zadataka sve dok se u stupcu "Test" ne oslobodi mjesto, jer je u tom stupcu ograničenje rada na tri zadatka. U ovom trenutku tim mora sagledati i pronaći način kako da pomognu rasteretiti stručnjake iz grupe "test" odnosno kako grupa "razvoj" i "analiza" može pomoći pri tom zadatku.



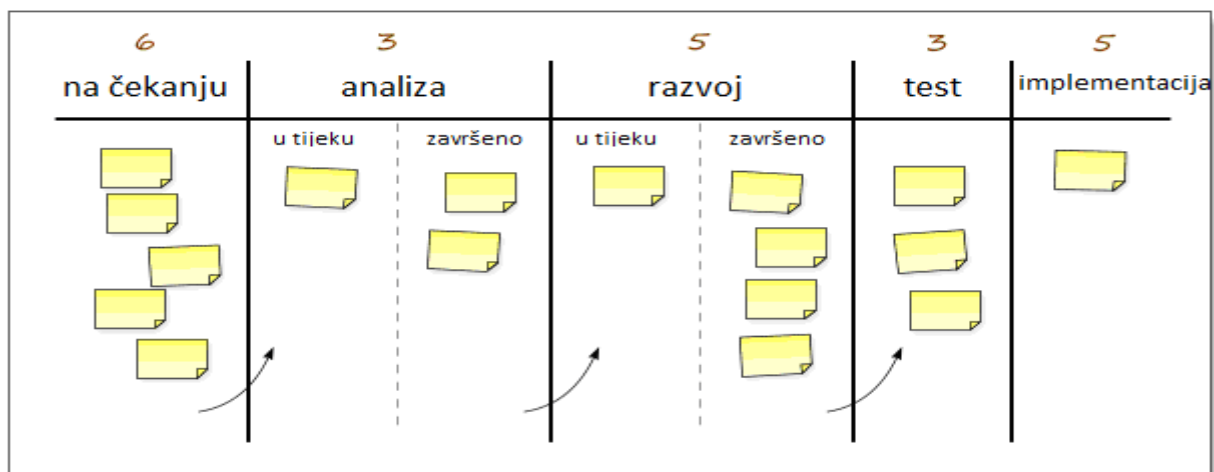
Slika 5.6. Korak 1, preopterećenost stupca "test" [12]

Na sljedećoj slici vidljivo je da smo stupac "analiza" i "razvoj" podijelili u dva stupca, odnosno na gotove procese i one koji su u tijeku. Postoji nekoliko različitih načina kako možete podijeliti ploču odnosno stupce. Ovo je prilično jednostavan način. Nakon što grupa "test" obavi svoj zadatak, mogu pomaknuti karticu odnosno proces u stupac "implementacija" kako bi oslobodili mjesto u vlastitom stupcu kao što se vidi na slici.



Slika 5.7. Korak 2, način na koji oslobađamo stupac "test" [12]

Sada je prazno mjesto u stupcu "test" te može biti popunjeno jednom od kartica iz stupca "razvoj", ali samo iz podstupca "završeno". Tako je zapravo oslobođeno mjesto u stupcu "razvoj" kako bi se on mogao popuniti jednom od kartica iz stupca "analiza" i tako dalje (Slika 5.8.).



Slika 5.8. Korak 3, način nadomještanja svakog oslobođenog mjesta iz prethodnog stupca [12]

6. PRIMJENA KANBAN SUSTAVA U PROIZVODNJI STOLARIJE

U ovom poglavlju jasno će biti prikazana primjena Kanban sustava u proizvodnji stolarije i namještaja. Poduzeće u kojem će biti primijenjen Kanban je Artum3 d.o.o., nešto više o samom poduzeću i o postupku nastanka svakog pojedinog proizvoda opisano je u nastavku. Svaki proizvod je unikat i time Kanban sustav može biti izrazito od pomoći. Kroz implementaciju i njene ciljeve na praktičnom primjeru bolje će se shvatiti kakve učinke Kanban sustav ima na proces proizvodnje, odnosno na cjelokupno poduzeće.

6.1. Općenito o Artum3 poduzeću

Artum3 poduzeće sastoji se od tri dijela. Jedan od njih je Artum3 Commodo, koji se bavi proizvodnjom stolarije i namještaja. Točnije Artum3 Commodo bavi se projektiranjem, dizajniranjem i izradom proizvoda od drveta. U te proizvode ulaze ugradbeni ormari, kuhinje, stolovi, kreveti, police te mnogi drugi proizvodi od drveta po želji klijenta. Uz Artum3 Art te Artum3 Design, Artum3 Commodo čini Artum3 d.o.o.. Ova priča je počela prije mnogo godina u stolarskoj radionici u kući današnjeg suvlasnika Artum3. Sve je počelo kao slučajnost, radi osobnih potreba stolarije.



Slika 6.1. Logo poduzeća Artum3 d.o.o.

Uz pomoć znanja zaposlenika za rad u jednom od svjetski poznatih softverskih alata za tehničko crtanje, ali i uz pomoć mnogih drugih alata za projektiranje i dizajniranje prvenstveno kuhinja i ostalih proizvoda iz ponude, Artum3 Commodo daje sigurnost u kvalitetu kako proizvoda, tako i usluge. Artum3 Commodo nema u ponudi gotove proizvode, već su svi proizvodi jedinstveni i napravljeni u dogovoru ili po želji kupaca.

Proces proizvodnje od samog kontakta s Artum3 Commoda do gotovog proizvoda u klijentovom domu ili poslovnom prostoru traje određeno vrijeme, koje ovisi o veličini i kompleksnosti proizvoda. U taj proces ulazi mjerenje prostora, izrada ponude uz pripadajuće crteže u nekim od spomenutih softverskih alata, nabava materijala, njegova priprema te montaža istih u prostoru za koji je namijenjen, odnosno u radioni, ako se radi o manjim proizvodima.

6.2. Povijest i poslovna filozofija Artum3 poduzeća

Kao što je spomenuto, Artum3 već dugi niz godina bavi se proizvodnjom stolarije i namještaja i do svih trenutnih znanja došao je kroz iskustvo stečeno u ovom poslu. Na samom početku poduzeće je krenulo od jednog zaposlenika, koji je uz pomoć prijašnjih radnih iskustava i diplome inženjera sa Šumarskog fakulteta u Zagrebu ušao u ovaj projekt. Kako je vrijeme prolazilo tako se posao širio, a zahtjevi kupaca bili su sve veći.

Danas poduzeće broji četiri osobe koje rade na procesu proizvodnje. Artum3 Commodo obavlja svoju funkciju u uredu, na terenu i u radioni. Uz pomoć dobavljača materijala tj. sirovina i njihovu dostavu do radione proizvodnja je puno produktivnija. Na samom početku dobavljača je bilo više i dostave sirovine nije bilo. Iz tog razloga proizvodnja je patila, jer su se tu pojavljivali točno oni gubici koje u Lean proizvodnji pokušavamo ukloniti, a to su čekanje i transport. Nakon što se pronašao dobavljač materijala koji je u vrlo prihvatljivom roku isporučivao robu na adresu radione proizvodnja je postala mnogo produktivnija.

Osim transporta robe, postoji i transport informacija. U početku kada je u proizvodnji bila samo jedna osoba transport informacija nije postojao, ali dolaskom više zaposlenika pojavljuje se i takav oblik transporta. S početka on je bio dosta loš, što radi neiskustva, što radi tadašnje lošije povezanosti između zaposlenika. Danas uz svu silu tehnologije transport informacija mnogo je jednostavniji, a uz pomoć laptopa ili mobitela, informacije kolaju mnogo brže. Tako da je i taj oblik gubitka uklonjen tj. sveden na minimum.

Na početku, strojevi koji su se nalazili u vlasništvu poduzeća nisi bili u tolikom broju u kojem se nalaze danas i nisu bili takve kvalitete kakve su danas. Radi toga su se izvodile mnoge improvizacije i stvarao se još jedan od gubitaka koje po Leanu želimo ukloniti, a to su nepotrebni pokreti. Radi nedostatka strojeva za obradu i potrebe za improvizacijom pojavljivali su se pokreti

koji su bili nepotrebni i čiji se broj s iskustvom smanjivao. Kako je rasla proizvodnja tako se povećavao i broj strojeva te se time broj nepotrebnih koraka smanjivao, a kasnije kroz godine iskustva on je sveden na minimum. Na temelju iskustva došlo se do saznanja da je montaža jedino mjesto gdje se nepotrebni pokreti ne mogu izbjeći.

Više puta je spomenuto da se s iskustvom stanje unutar ovog poduzeća mijenjalo na bolje. Kao i u svakoj drugoj proizvodnji iskustvo kojeg dobijemo s vremenom i više je nego korisno kako bi učinili proizvodnju efikasnijom i kvalitetnijom. U proizvodnji stolarije i namještaja taj dio iskustva najviše dolazi izražaja kod gubitaka koji nastaju prekomjernom obradom. Obrada materijala koja nije potrebna kako bi određeni proizvod bio jednako kvalitetan i uporabljiv, s početka je bila velika. Kako je vrijeme prolazilo i kako se stjecalo iskustvo takva obrada gotovo je uklonjena i sadašnja stolarija i namještaj mnogo je kvalitetniji i brže se proizvodi nego ikad prije.

Iako u Artum3 poduzeću prije primjene Kanban sustava nije bilo primjenjene principa iz Lean filozofije, vidljivo je da su u postupku proizvodnje razmišljanja bila slična te da se pojavljuju gubici koji se kroz godine pokušavaju ukloniti. Kao što se spominje u početku diplomskog rada, osim gubitaka u transportu, čekanju, nepotrebnim koracima i prekomjernoj obradi po Lean proizvodnji postoje još tri gubitka, a to su zalihe, prekomjerna proizvodnja i škart. Zato što Artum 3 pripada u mala poduzeća i zbog toga što se bavi izričito proizvodnjom na zahtjev kupaca, zaliha i prekomjerne proizvodnje nema. Nema ih, jer tek kada je ponuda napravljena slijedi nabava materijala koja je potrebna točno za određeni proizvod te tada nema zaliha materijala, odnosno sirovine isto kao što nema ni viška proizvoda.

Škart, koji je zadnji od navedenih gubitaka u Lean proizvodnji je specifičan u ovom primjeru, jer se radi o unikatnim proizvodima. Tada ne možemo govoriti o proizvodnji više komada pa ako dolazi do određenih poteškoća s proizvodom za vrijeme same proizvodnje te poteškoće se ispravljaju i na kraju do škarta gotovo nikad ne dolazi.

Kako bi Kanban sustav djelovao, potrebno je imati neke temelje. Ti temelji se odnose općenito na korištenje Leana u cijelom poduzeću. Kroz prethodni dio teksta vidimo da je zapravo Lean filozofija, odnosno proizvodnja već prije postojala u ovom poduzeću, tako da će uz korekcije i savjete sva načela odnosno principi biti će primjenjeni u ovoj proizvodnji.

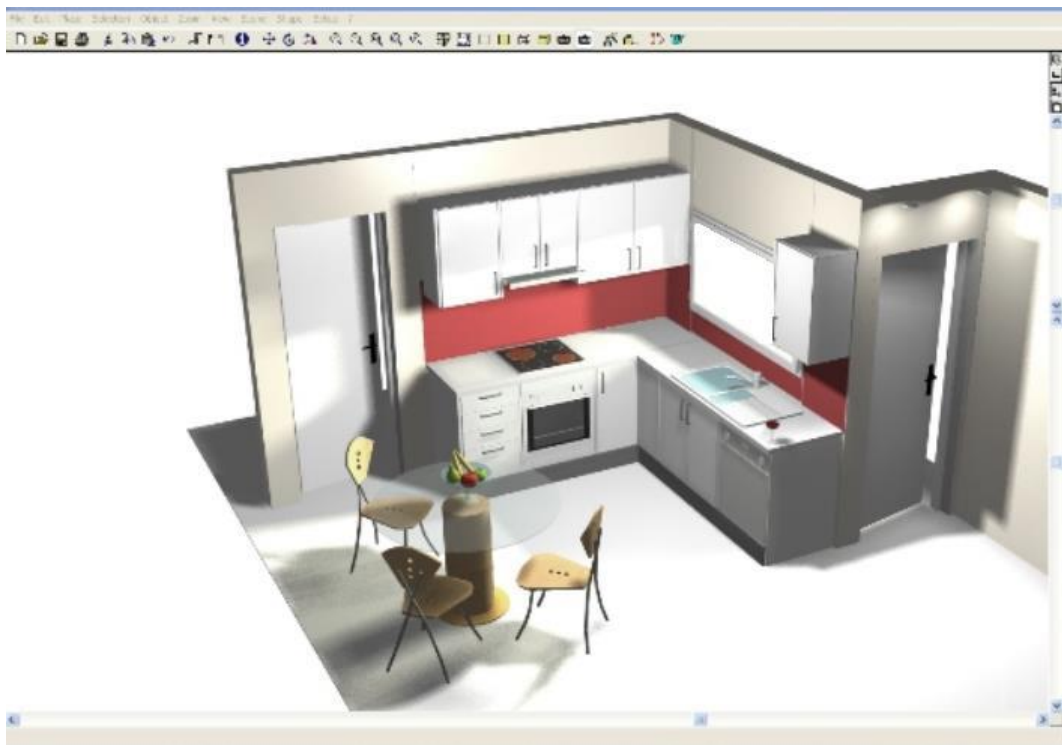
6.3. Način rada i proizvodnje

Kao i svaka proizvodnja, tako i ova ima svoje principe i načine rada koje njeguje još od samih početaka. Uz malu pomoć marketinga i oglašavanja Artum3 Commodo najviše poslova stječe na temelju pozitivnih iskustava prijašnjih klijenata. Tako iz njihove preporuke drugima ili iz potrebe za novim proizvodima posao Artum3 poduzeća raste iz dana u dan pa čak i u ovo teško dobra krize poslovanje je zadovoljavajuće i ne odstupa od očekivanog.

Tako se stvaraju narudžbe odnosno zadaci koji se stavljaju pred postupak proizvodnje. Nakon kontakta, što preko e-mail adrese, što preko telefona kreće postupak proizvodnje koji je lako objasniti u šest koraka koji će se kasnije koristiti u Kanban sustavu. Ono što će i biti vidljivo na Kanban ploči, nakon kontakta kojeg uspostavi klijent u proces proizvodnje, neki proizvodi ne dolaze na red uobičajenim putem, već radi zahtjeva klijenta proizvod nije potreban do određenog vremena te radi toga on stoji na čekanju.

Nakon što postoje zadatci, odnosno poslovi koje je potrebno napraviti zapravo kreće proces proizvodnje. Prvi od koraka je izlazak na teren, odnosno odlazak na mjesto na kojemu će se nalaziti proizvod, a razloga je više. Jedan od razloga je konzultacija s klijentom, slušanje njegovih želja i potreba odnosno bilo kakvih zahtjeva. Drugi razlog je davanje savjeta klijentu kako bi zajedno došli do što kvalitetnijeg i zadovoljavajućeg proizvoda na zadovoljstvo obje strane. Dok je krajnji razlog zapravo mjerenje prostora za predviđeno mjesto proizvoda ili uzimanje mjera po želji klijenta. Ovo je vrlo bitan korak, jer ako tu dođe do nesporazuma, cijeli proizvod može biti krivo osmišljen i tek nakon izrade ponude mogu se uvidjeti greške radi kojih se može izgubiti mnogo vremena, a time i novca.

Kada je mjerenje gotovo sve je spremno za izradu nacrt, odnosno 3D modela. To je sljedeći korak koji se mora napraviti kako bi proizvod mogao biti gotov. Izrada nacrt, od početaka poduzeća radi se u jednom od najpoznatijih alata za tehničko crtanje. Radi jednostavnosti crtanja i najkompliciraniji nacrti vrlo su brzo gotovi. Nacrti ne samo da služe kao dodatak ponudi, već se koriste pri kasnijim koracima u montaži i obradi. Po želji klijenta radi boljeg vizualnog prikaza i predočenja stolarije u vlastitom prostoru, Artum3 nudi i 3D prikaz proizvoda u jednom od specijaliziranih alata za izradu stolarije i kuhinja. Takva opcija velika je prednost ovog poduzeća, jer su mnogi klijenti zainteresiranih u 3D prikaz.



Slika 6.2. 3D prikaz kuhinje u softverskom alatu

Izrada ponude sljedeći je korak. Ovaj postupak izrade sastoji se od nekoliko dijelova. Sama ponuda sadrži nacрте, popis sirovine odnosno materijala koji je potreban za proizvod, cijene proizvoda u cjelini u koju je uključena osim materijala i cijena transporta i montaže. Ovaj postupak nije pretjerano kompliciran, ali uzima dosta vremena.

U vremenu kada je poduzeće osnovano, sljedeći korak bila bi potraga za najisplativijim dobavljačem koji bi mogao najprije isporučiti zahtijevanu robu. Taj postupak znao je trajati nekoliko dana. Danas kada je dobavljač samo jedan, a čija je lepeza proizvoda više nego velika taj korak se skratio na minimum. Dostava se najkasnije događa dan nakon sljedećeg radnog dan na mjesto radione, pa je materijal dostupan točno u trenutku kada je potreban za sljedeći korak.



Slika 6.3. Nacrt kuhinje u softverskom alatu

Obrada materijala je korak koji oduzima mnogo vremena, odnosno najviše od svih postupaka u procesu proizvodnje. Vrlo je kompliciran i potrebna je velika količina koncentracije i znanja kako bi u što kraćem roku ovaj dio proizvodnje bio uspješno savladan. Danas kada poduzeće posjeduje mnoge strojeve za obradu vrijeme obrade je puno kraće nego prije, ali kompleksnost zadatka nije ni malo manja. Stečena iskustva pomažu u snalaženju i improvizaciji s raznim pomagalima kako bi se uštedjelo na vremenu. Proizvodi su jedinstveni i radi toga je svaki proizvod nova situacija u kojoj je potrebno snaći se. Ovo je korak na kojemu ima najviše prostora za napredak, radi kompleksnosti i potrebnog vremena za njegovo obavljanje.

Kada je obrada materijala gotova na red dolaze zadnja dva postupka. Uz montažu tu se nalazi i transport proizvoda na predviđeno mjesto. Razlika između manjih proizvoda i kuhinja odnosno nekih većih dijelova, kao npr. kreveti, ugradbeni ormari i ostalo je u tome što se montaža većih proizvoda događa na mjestu gdje je predviđeno njeno korištenje. Tako da se kod većih proizvoda zapravo prvo događa transport, a tek onda montaža s kojom je proizvod u potpunosti završen. Kod manjih proizvoda kao ormarići, stvar je obrnuta. Prvo se obavlja montaža, a tek se na kraju gotov proizvod transportira do klijenta. Za vrijeme obrade, materijal se priprema maksimalno za jednostavnu montažu, tako da je proces montaže uvelike olakšan i vrlo jednostavan te radi toga ne oduzima ni petinu vremena kojeg oduzima sama obrada.

Od početka poduzeća do današnjih dana mnoge stvari su se izmijenile i trenutno situacija u poduzeću bolja je u odnosu na bilo koji trenutak do sada. Tomu su pridonijele mnoge dobre odluke u poslovanju, a prije svega sličnost sa Lean proizvodnjom koja pokušava ukloniti točno one gubitke koji su kroz dugi niz godina uklanjanju iz procesa proizvodnje u Artum3 poduzeću. Zahvaljujući tome stvoreni su preduvjeti da se uz male korekcije počne s primjenom Kanban sustava po principima naučenim iz teksta koji je prethodio ovom i da kroz korake koju su prikazani Kanban sustav implementira u Artum3 sustav proizvodnje.

6.4. Implementacija Kanban sustava

Implementacija Kanban sustava poznaje osam koraka na kojima se temelji rješavanje problema i koji daju kvalitetnu podlogu za početak. Pa će stoga iz koraka u korak biti prikazana implementacija Kanbana u proizvodni proces poduzeća Artum3.

1. **Upoznavanje s vlastitim sustavom.** Zato što sam osobno već dugi niz godina dio ovog poduzeća vrlo sam dobro upoznat s radom i samom proizvodnjom. Također svi zaposlenici moraju biti dobro upoznati sa svim aspektima proizvodnje i poslovanja poduzeća, jer ako ne znaju sve o vlastitom poduzeću kako mogu znati koje promjene će biti pozitivne. U Artum3 kontakt s klijentima je važan, jer se u obzir uzimaju sve njihove ideje i zamisli, a uz pomoć stručnjaka dolazi do najboljih rješenja. Unutar poduzeća nema mnogo zaposlenika, a gotovo svi zaposlenici bili su vrlo dobro upoznati sa radom, a oni koji nisu bili dovoljno upućeni sada jesu. Takve rezultati

postignuti su kratkom zajedničkom edukacijom i kolektivnim obavljanjem jednog od zadataka, kako bi svi u praksi vidjeli od čega se sastoji proizvodni proces.

2. **Identifikacija prioriteta i izvora.** Za Artum3 različiti izvori su klijenti. Ovo poduzeće djeluje po modelu a) iz poglavlja 5.2. Implementacija Kanbana na 50. strani, gdje postoji samo jedan donositelj odluka za sve, a to je osnivač poduzeća koji na temelju iskustva odlučuje što su prioriteti neovisno o izvoru. Tako su prioriteti između izvora uvijek određeni, a i zna se što će biti sljedeći potez kako bi poslovanje bilo što bolje, a kvaliteta proizvoda što veća.
3. **Pronalazak procesa.** U cilju izrade vlastite Kanban ploče, potrebno je pronaći proces. Ukoliko se ne zna točno kako bi proizvodni proces trebao izgledati, onda se ne može napraviti ploču sa tijekom rada koja bi mogla poboljšati bilo što unutar poduzeća. Zato što Artum3 kontinuirano radi isti posao dugi niz godina, oni su svoj proces pronašli. Uz korekcije, tijek rada je oblikovan tako da ga se može iskoristiti što bolje u svrhu Kanbana.
4. **Osmišljavanje ploče tijeka rada.** Već je poznato da su ploče sa papirićima i stupcima koji predstavljaju korake u tijeku rada, najčešći i najbolji način vizualizacije tijeka rada. Kako je ovo korak gdje je prikladno da se tijek rada na Artum3 Kanban ploči pokaže, tako će i biti. Na slici 6.4. vidimo njen virtualni prikaz. Iz načina rada i proizvodnje poznati su svi koraci proizvodnog postupka te će sada biti postavljeni koraci koji će se primjenjivati u Kanban sustavu. To je šest koraka koji počinju s izlaskom na teren u kojemu će biti obavljeno mjerenje prostora gdje će se nalaziti traženi proizvod te dodatna konzultacija s klijentom. Nakon toga kreće postupak izrade nacrt, izrade ponude, nabave materijala, obrade materijala te zadnji korak montaže i transporta. Svemu ovomu prethodit će stupac u kojemu će se nalaziti zadaci koji su stvoreni čim klijent kontaktira poduzeće. Na slici 6.4, oznaka „P“ predstavlja proizvod, a navedene oznake u zadacima su: P11-krevet i stol, P13-ormari, kreveti i stolovi, P14-kuhinja, P15-krevet, P8-stol, P12-ormar, P10-ormarić, P6-dječja soba, P9-stol, P5-ugradbeni ormar, P7-krevet, P4-ormar, P3-kupaonica, P1-kuhinja i P2-stol.

ZADATAK	4 IZLAZAK NA TEREN	2 IZRADA NACRTA	2 IZRADA PONUDE	3 NABAVA MATERIJALA	1 OBRADA MATERIJALA	1 MONTAŽA I TRANSPORT	ZAVRŠENO
P11	P8	P10	P6	P5	P4	P3	P1
P13	P12		P9	P7			P2
P14							
P15							

Slika 6.4. Virtualni prikaz vizualizacije tijeka rada

5. **Postavljanje ograničavanja.** Ograničavanje rada odnosno „Work in progress“ vrlo je bitna stavka postavljanja bilo kojeg Kanban sustava. Ona mora odgovarati kapacitetu kojeg poduzeće posjeduje te radi broja zaposlenih i vremena koje postoji, broj WIP-a postavljen je i vidljiv je na tablici iznad svakog pojedinog koraka. Iz ovih brojeva vidi se gdje se zapravo stvaraju problematična područja u tijeku rada. Na temelju iskustva su postavljena ograničenja koja mogu unazaditi proces, ako se krivo postave. Dokaz koliko su ograničavanja rada bitna prikazat će se kasnije u dijelu teksta o rezultatima korištenja Kanban sustava u Artum3 poduzeću.
6. **Odlučivanje uloga.** Organizacija posla odnosno zadatka za zaposlenike koji će raditi na određenim koracima vrlo je bitna prilikom implementacije Kanban sustava. Ukoliko se krivo raspodjele poslovi odnosno uloge, proizvodni sustav ne da može stagnirati, već se mogu dogoditi veliki padovi u poslovanju i proizvodnji. Na temelju obrazovnih vještina i detaljnog poznavanja procesa u proizvodnji, raspodijelile su se uloge među zaposlenicima po koracima koji su prikazani u načinu rada poduzeća.

7. **Vrijeme sastanaka.** Sastanci su vrlo bitan dio cjelokupnog Kanban sustava. U pravilu on ih ne zahtjeva, ali je činjenica da su od velike koristi. Organiziranost tima puno je veća uz sastanke. Sastanci unutar poduzeća događali su se na dnevnoj bazi i to u jutarnjim satima kada bi svi zaposlenici bili na radnom mjestu. Radi prirode posla i same proizvodnje, dva zaposlenika nisu uvijek na radnom mjestu te iz tog razloga ujutro se događaju sastanci, jer se zadaci obavljaju na dnevnoj bazi.
8. **Postavljanje načela.** Kako bi postigli kontinuirani napredak poželjno ih je postaviti, jer mogu poduzeće odvesti u zacrtanom smjeru. Da bi ispunili zahtjeve kupaca, Artum3 je uspio postaviti neke od navedenih načela iz poglavlja 5.2. Implementacija Kanbana. U nastavku teksta slijede načela u poduzeću Artum3.
 - a) Pronalaženje grešaka i njihovo uklanjanje jedno je od važnijih načela. Greške su se pojavile u nekoliko primjera, kao npr. raspodjela posla između dva zaposlenika, čijom se organizacijom znatno smanjilo vrijeme proizvodnje. Greške uvijek postoje, a zaposlenici su tu da ih uklone nakon što se pronađu.
 - b) Odgovornost cijelog tima je na tijeku rada. Svi su dio tijeka rada i svi su sudjelovali u njegovom kreiranju za potrebe Kanbana te radi toga su potrebni obaviti posao koji im je zadan.
 - c) Kvaliteta je ključ. Kvaliteta proizvoda u Artum3 nikada nije bila upitna, jer je to karakteristika koja predstavlja ovo poduzeće. Kanban sustav podigao je letvicu na još veće visine kada je kvaliteta u pitanju i to je vodeće načelo Artum3 poduzeća.
 - d) Održavanje je najveći dio troška u proizvodnji i prilikom obavljanja bilo kakvog posla, zahtjeva se od svih zaposlenika da olakšaju kasniji postupak održavanja.
 - e) Ukoliko je klijent sretan time je i jeftin. To se govori iz razloga, jer ako je posao izveden na zadovoljstvo klijenta, onda su njegovi zahtjevi ispunjeni i poduzeće daljnje troškove nema. Ukoliko se posao ne odradi kako je bilo očekivano javljaju se dodatni troškovi koji su naravno nepoželjni. Samim time i kvaliteta dolazi pod znak pitanja, a iz tog razloga vidimo da je dobra kvaliteta na kraju jeftinija od lošije.

6.5. Utjecaji i ciljevi Kanban sustava u Artum3 poduzeću

U prethodnom dijelu diplomskog rada prikazan je način rada poduzeća Artum3 pa se sada može vidjeti kakav utjecaj Kanban sustava ima u proizvodnji. Uvijek se mora znati koji su vlastiti ciljevi i koje su temeljne osobine Kanban sustava. Po tekstu iz poglavlja 5.2.1. biti će objašnjene osnovni ciljevi i osobine kako bi se znalo na koji način i što očekivati od primjene Kanbana.

Vizualizacija tijeka rada prvi je od ciljeva primjene Kanbana, jer iz nje se najbolje može vidjeti tijekom rada proizvodnje. Radi dugogodišnjeg iskustva u poslovanju ovog poduzeća, mogao sam zaključiti koje će promjene dobro doći i mogao sam lakše kreirati korake u tijeku rada kako bi se što bolje primijenio Kanban sustav.

Postavljanjem ograničavanja rada u procesu, znači stvaranje dobrog radnog ciklusa bez puno slobodnog vremena. Tako se stvara kraći proizvodni postupak i u velikoj mjeri se unaprjeđuje sustav. Iz prvog pokušaja postavljena su neka kriva ograničavanja rada, ali uz pomoć diskusija unutar tima došlo je do zaključka kako bi ih trebalo malo izmijeniti i zapravo poboljšati sustav još kvalitetnije. Baš onako kako je to po Kanbanu zamišljeno. WIP je kamen temeljac svakog Kanban sustava i zato je bilo vrlo bitno da se oni postave precizno. Poznato je da bilo kakvo postavljanje ograničavanja rada u procesu nije krivo i da ne postoje dva jednaka proizvodna sustava koja mogu raditi po istoj Kanban ploči, ali uvijek postoje bolja rješenja.

Upravljanje toka stvara pozitivne promjene koje i jesu poanta Kanban sustava. Promjene utječu kako na poslovanje tako i na cijelo okruženje u proizvodnom postupku. Analizirajući problematična područja u cijeloj proizvodnji, jasno će biti da je potrebno implementirati promjene na ta područja. Nakon implementacije potrebno je pratiti rezultate kako bi se vidjelo jesu li napravljeni pozitivni pomaci koju su traženi. Unutar proizvodnog postupka u Artum3 poduzeću analizirala su se dva područja, a to su bila velika čekanja između drugog i trećeg te između trećeg i četvrtog koraka. Implementiranjem Kanban sustava i drugačijim zadavanjem poslova između zaposlenika došlo je do puno organiziranijeg rada i velikog smanjenja vremena proizvodnje.

Sada su svi zaposlenici jako dobro upoznati s procesom proizvodnje, samim time imamo uvjete da svi mogu sudjelovati u donošenju promjena koje će pokrenuti poduzeće u pozitivnom smjeru. Poboljšala se i suradnja između zaposlenika. Već postojeći tim ljudi sada je postao još

povezaniji i organiziraniji. Stvorilo se zajedničko razumijevanje i razmišljanje koje je uveliko pomoglo pri rješavanju problema koji su također zajednički.

6.6 Rezultati primjene Kanban sustava

Kako bi se moglo shvatiti koliko Kanban sustava može biti koristan, u nastavu će biti prikazani rezultati na temelju primjene istog u poduzeću Artum3. Zato što se ovakav proces proizvodnje koristi kratko vrijeme u ovom poduzeću, rezultati će biti vidljivi na temelju dva proizvoda koja su završena u potpunosti po principima Kanbana. Iz prethodno prikazanih Kanban ploča vidi se da se u tijeku proizvodnje nalazi nekolicina proizvoda, ali da su samo dva u potpunosti završena. Razlike prilikom proizvodnje prije i tijekom uporabe Kanbana prikazat će se poboljšanja i kvalitete koje je ovaj sustav donio.

Prvi proizvod koji je bio završen za vrijeme korištenja Kanbana ujedno pripada u kategoriju većih i težih zadataka, a to je kuhinja. Kuhinja se sastoji od mnogo elemenata koje je vrlo zahtjevno ukomponirati u cjelinu. Takav proces traje. Prije korištenja Kanban sustava proces proizvodnje za kuhinje znao je trajati od 15 do 20 dana. Razlika između kuhinja i ostalih proizvoda je što kuhinja osim proizvoda drvene industrije sadrži mnoge druge elemente, kao što su pećnica, napa, sudoper, slavina, itd. Bitno je napomenuti tu razliku, jer klijenti imaju uglavnom imaju već odabrane kuhinjske elemente te se kuhinja mora ukomponirati po mjeri između prostora za koji je predviđena i kuhinjskih elemenata prema željama klijenta. Tu razliku vidimo u gotovo svakom koraku proizvodnje.

U vrijeme kada se nije koristio Kanban proizvodnja je kretala s izlaskom na teren, tj. na isti način kako i kreće danas. Zahtjevi, izmjere i dogovori oko kuhinje znatno su složeniji u odnosu na bilo koji drugi proizvod. Kanban utječe na vrijeme odaziva. Kao i kod svih drugih proizvoda, nakon kontakta klijenta sljedeći radni dan ili po dogovoru, jedan od zaposlenika izlazi na teren i obavlja sve potrebne radnje. Prije Kanbana ovaj korak bi se obavljao tek nakon dva do tri dana, jer organizacija rada nije postojala u toj mjeri.

Izrada nacrt za kuhinju koja je vrlo komplicirana zna trajati gotovo cijeli radni dan. Razlika za vrijeme primjene Kanbana je što nakon povratka zaposlenika sa terena i dokumentacije koju je sakupio odmah može krenuti izrada nacrt. Odnosno, u popodnevnom

satima kreće izrada nacrtu za sve izmjere koji su stigli sa terena. Po prioritetnosti se obavlja i njihova izrada. Razlika se vidi, jer prije Kanbana izrada nacrtu znala bi čekati i gotovo cijeli radni dan, jer bi se obavljali poslovi koji nisu završeni u planiranom roku. Za primjer navedene kuhinje iz izmjera koji su u ured stigli do podne, nacrti su bili gotovi do kraja radnog vremena istog dana. Tu se razlika vidi u jednom do dva radna dana.

Slijedi izrada ponude koja kreće čim je izrada nacrtu gotova. Prijelaz i drugog u treći korak proizvodnje usko je grlo proizvodnje. Kada je u pitanju izrada nacrtu za kuhinju potrebno je više vremena pa se ne stvaraju problemi oko izrade ponude. Ali iz razloga što su kuhinje rijetki proizvodi, a najčešće su to stolovi i ormari čija izrada nacrtu traje vrlo kratko stvara se usko grlo. Kanban je taj problem uspio ublažiti postavljanjem ograničenja rada na izradu nacrtu. Sada je vrijeme između završavanja nacrtu i kretanja izrade ponude manje nego prije. U konkretnom slučaju kuhinje izrada ponude krenula je čim je nacrt bio gotov, dok se prije znalo čekati po nekoliko sati ili čak cijeli radni dan.

Specifičnost trajanja vremena između izrade ponude i nabave materijala je čekanje na odgovor klijenta. Svi drugi koraci u proizvodnji mogu krenuti čim je prethodni gotov, dok je za početak ovoga potreban odgovor klijenta na koji ne možemo utjecati. Nabavu materijala i izradu ponude obavlja ista osoba, tako da Kanban nije znatno utjecao na vrijeme ovog koraka. Nakon potvrđenog odgovora klijenta slijedi nabava materijala koja po priloženim nacrtima stiže do dobavljača koji materijal dostavlja na adresu radione kako bi mogla krenuti njegova obrada. Za vrijeme čekanja na dostavu može se obavljati obrada materijala odnosno montaža i transport. Radi Lean principa i uklanjanja nepotrebnih pokreta i prekomjerne obrade vrijeme ovog koraka smanjeno je. Točan postotak ili broj ne može se reći na temelju jednog primjera. Ograničenje rada postavljeno je na jedan, jer radi dostupnih alata samo je moguće obavljati proizvodnju jednog proizvoda u istom trenutku. Obrada materijala za kuhinju zna trajati i po tjedan dana. Na primjeru kuhinje koja se prva radila po Kanbanu obrada materijala trajala je 4 radna dana. Jedan zaposlenik radi konstantno na obradi, montaži i transportu, dok drugi radi povremeno, ovisno o drugim zadacima u proizvodnji.

Nakon obrade materijala kreće se transportom i montažom u ovom slučaju. Transport ovisi o udaljenosti klijenta od radione te nakon transporta kreće montaža koja je za kuhinje znala trajati i do 5 radnih dana. Na ovom primjeru vidi se ušteda vremena radi dobre organizacije posla,

gdje je u podnevnim satima drugi zaposlenik nakon povratka s terena radio na montaži kuhinje te je taj korak montaže bio gotov za 3 radna dana. U tablici 4. vidljiva je razlika u vremenu proizvodnje prije i tijekom primjene Kanban sustava.

Osim kuhinje po principima Kanbana završen je i jedan stol. Stol pripada kategoriji malih proizvoda, vrlo je jednostavan i vrijeme njegove proizvodnje također će biti prikazano u tablici 4. Razlike između kuhinje i stola su u vremenima trajanja koraka. Svi koraci bitno su kraći te je cijeli postupak proizvodnje radi Kanbana mnogo fluidniji.

Kvaliteta proizvoda vrlo je bitna, jer na temelju nje poduzeće Artum3 gradi povjerenje klijenata. Ona je uz pomoć Kanbana unaprijeđena, ne bitno ali jest, a što je najvažnije nije narušena. Dok je kvaliteta na razini, vrijeme proizvodnje znatno je skraćeno.

Tablica 4. Vrijeme (radni dan) po koracima proizvodnje prije i tijekom primjene Kanbana

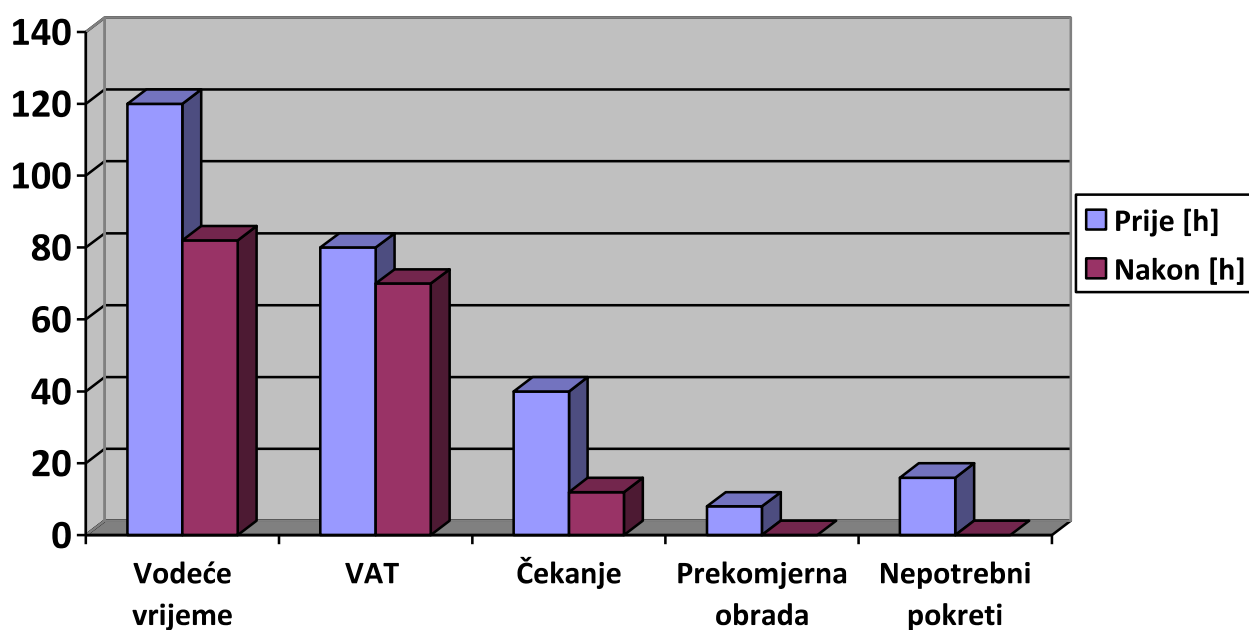
PROIZVOD	PRIJE KANBAN SUSTAVA	KANBAN SUSTAVA
KUHINJA	$1 + 1 + 1 + 2 + 5 + 5 = 15$	$0.5 + 0.75 + 1 + 1 + 4 + 3 = 10.25$
STOL	$1 + 0.5 + 0.5 + 2 + 1 + 0.5 = 6.5$	$0.5 + 0.5 + 0.5 + 1 + 0.75 + 0.25 = 3.5$

6.6.1. Lean metrika uspješnosti Artum3 poduzeća

Analiza rezultata primjene Leana biti će prikazana u tablici Lean metrike koja bilježi stanja prije i tijekom korištenja Lean principa. Metrika može mjeriti ulazne i izlazne podatke proizvodnog procesa. Ako koristi izlazne podatke s njome se mjeri učinkovitost i takva metrika se još naziva i servisna metrika. Metrika koja koristi ulazne podatke mjeri učinkovitosti procesa i takva metrika još se naziva procesna metrika. Kako bi na najzahtjevnijem proizvodu prikazali utjecaj Leana, prikazani će biti podaci od proizvodnje kuhinje iz prethodnog poglavlja.

Tablica 5. Tablica Lean metrike prije i nakon primjene Lean principa

LEAN METRIKA	PRIJE	NAKON	UNAPRJEĐENJE[%]
Vodeće vrijeme [h]	120	82	31,67
VAT [h]	80	70	12,5
Čekanje [h]	40	12	70
Prekomjerna obrada [h]	8	0	100
Nepotrebni pokreti [h]	16	0	100
Produktivnost [%]	66,67	85,37	21,87

**Slika 6.5.** Grafički prikaz Lean metrike u Artum3 poduzeću

Na slici 6.6. prikazana su određena vremena u procesu proizvodnje kuhinje u poduzeću Artum3, prije i nakon primjene Lean načela. Vodeće vrijeme smanjeno je za 40 sati i umjesto prijašnjih 120 ono sad iznosi 80 sati. Osim vodeće vremena smanjio se i VAT, što je uzrok primjene i pozitivna strana Leana.

Na čekanju se najviše vide pozitivni pomak. S 40 sati, uz pomoć Leana, čekanje se smanjilo na 12 sati. To čekanje prije je oduzimalo puno više vremena radi slabe organiziranosti i lošeg planiranja. Danas kada su eliminirana sva moguća čekanja, svi nepotrebni pokreti i sva prekomjerna obrada produktivnost cijelog proizvodnog procesa za kuhinje povećala se za nevjerojatnih 21,87%. Iz samo ovih podataka jasno je vidljivo koliko je Lean zapravo koristan i koliko njegova načela mogu smanjiti vrijeme čekanja i ukloniti sve viškove iz proizvodnje.



Slika 6.6. Fotografije kuhinje nakon zadnjeg koraka montaže

7. SOFTVERSKI ALATI U LEAN MENADŽMENTU

Kao u ostalim industrijama ali i općenito, oprema se tehnološki unaprjeđuje te radi velikog razvoja sektora informatičke tehnologije danas postoje softverske izvedbe raznih alata. Lean menadžment nije izuzet iz tog trenda, a radi velikog broja alata koje posjeduje broj softverskih izvedbi vrlo je velik. U ovom poglavlju biti će prikazani neki od najviše korištenih softverski alata, odnosno aplikacija kada je Lean menadžment u pitanju.

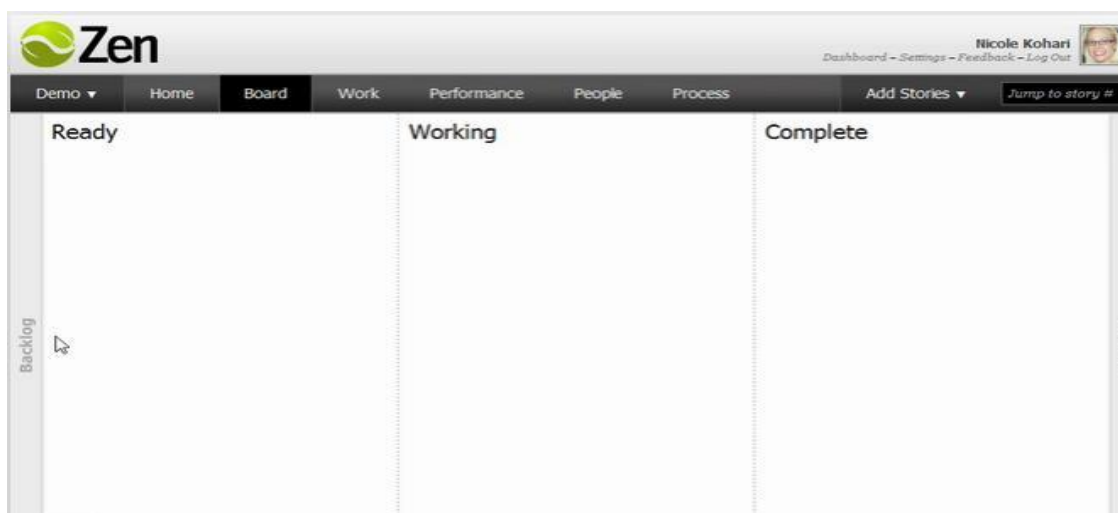
7.1. Lean softverski alati

Iz razloga što je Lean menadžment širok pojam koji sa sastoji od mnogo alata koji su prikazani, a i još od mnogih koji kroz ovaj diplomski radi nisu spomenuti, prikazati će se samo najbolji softveri. Gotovo niti jedan softver ne podržava sve alate, već se većina fokusira na jednog ili na nekoliko sličnih. Nakon mnogo pročitanih članaka i savjeta od ljudi širom interneta, dolazi se do zaključka da je AgileZen najbolji softver za primjenu ideja iz Lean menadžmenta. Tema diplomskog rada je korištenje Kanban sustava, tako da je fokus više na Kanban softvere o kojima će riječ biti u nastavku.

7.1.1. AgileZen

AgileZen je jednostavan i fleksibilan softver, odnosno aplikacija koja je napravljena kako bi se ideje iz Lean menadžmenta mogle provoditi na novi način u projektnom menadžmentu. Umjesto organiziranja velikog broja zadataka u liste AgileZen omogućuje da se vizualno predoče zadaci, a da u svemu postoji interakcija. Ovaj softver sastoji se od četiri načela, a to su: vizualizacija, organizacija, komunikacija i napredak. Svako od ovih načela i mogućnosti koje nude ovaj softver, objašnjene su u nastavku teksta. [28]

Vizualizacija vlastitog posla. Većina ovakvih softvera fokusira se na kreiranju datoteka zadataka. Umjesto toga AgileZen organizira posao vizualno, odnosno dopušta da se vidi i djeluje na cijelom projektu odmah. Slično kao u Kanbanu, AgileZen postavlja tablicu na temelju vizualnih kartica. Sustav djelovanja sličan je Kanbanu, jer stupci predstavljaju faze u poslu.



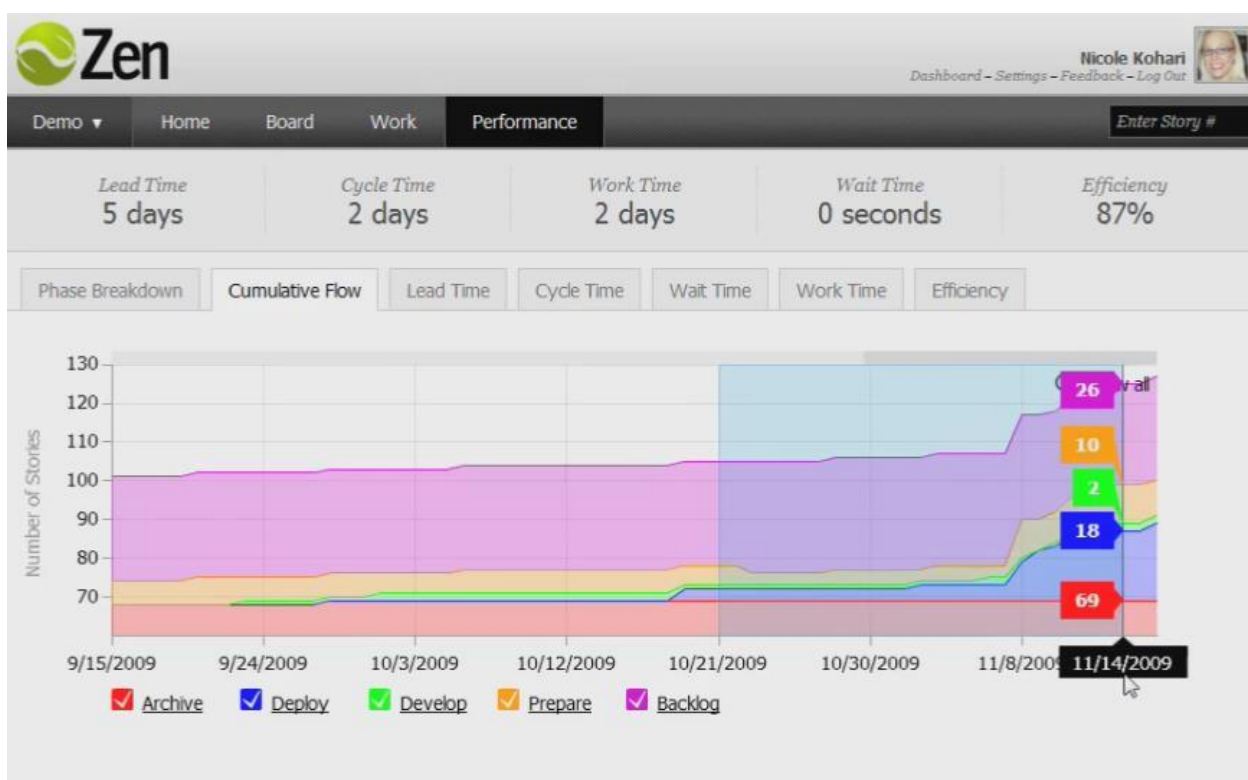
Slika 7.1. Vizualni prikaz AgileZen softvera

Iz AgileZena savjetuju da je potrebno posao razdvojiti na dijelove s kojima će se lako upravljati. Svaki dio posla može biti prestavljen kao kartica koja će biti negdje na ploči. Razdjeljivanjem u manje poslove, s njima će se lakše upravljati. Također je potrebno pratiti progres poslovanja, tako da kad je određeni zadatak završen može biti otklonjen s ploče i spremljen u arhivu.

Organizacija mora biti na razini kako se ne bi dogodilo da nas zadaci pretrpaju i da posao radi toga pati. Fokus na posao i bitne zadatke stvar je organizacije. Tim ljudi koji koristi ovaj softver trebao bi se organizirati u smislu da svako na jedan način prikaže svoje zadatke na ploči kako ne bi došlo do konfuzije i miješanja poslova. Taj problem najlakše se može riješiti uvođenjem obojenih kartica, gdje svaka osoba ili manji tim imaju svoju boju. Pozivanjem cijelog tima pri organizaciji pozitivna je stvar, jer svi sudjeluju u donošenju odluka za nešto čega su i oni sami dio. AgileZen kroz svoj softver pokušava učiniti istu stvar te daje mogućnost da svi mogu imati uvid u sve informacije, ali da ih samo određeni dio administratora može izmjenjivati. Još jedna prednost ovog softvera je mogućnost stavljanja priloga uz svaki zadatak, kao što su slike, specifikacije, dokumenti ili bilo što vezano za njih.

Komunikacija je bitna stavka u AgileZen softveru. Što se dulje uspiju držati svi članovi tima na istoj razini, svi će biti u mogućnosti raditi na najučinkovitiji način. AgileZen posjeduje mnoge značajke koje pomažu svi članovima tima da su uvijek informirani o stvarima koje se događaju. Kvalitetna komunikacija olakšava rad u zajednici.

Napredak je zapravo poanta uvođenja Lean menadžmenta u poduzeće. AgileZen softver može rasti i prilagoditi se poslovanju kako bi se pronašao što učinkovitiji način rada. Praćenjem nekih jednostavnih podataka, AgileZen kroz metriku uspješnosti može pokazati koliko dobro radite. Bitno je držati fokus na ograničenjima, koji su ranije spominjani, a na njih se tu isto upozorava. Moraju se odrediti, jer koliko to god kontra efektivno zvučalo, gledajući na duge staze, ograničenja smanjuju nepotrebne pokrete te radi njih je posao brže gotov. Ukoliko se ta ograničenja probiju, softver upozorava da se gubi fokus nad bitnim. [28]



Slika 7.2. Prikaz uspješnosti kroz AgileZen softver

7.2. Kanban softverski alati

U današnje vrijeme Kanban sve rjeđe koristi ploču ili kartice, jer sada poznaje mnoge softvere koji ih zamjenjuju. Kanban softveri pomažu pri vizualizaciji tijeka rada za bilo koji projekt. Ona pruža razinu transparentnosti koja omogućuje svima da razumiju status projekta na jednom mjestu.

Uporaba ovakvih softvera sve je popularnija u mnogim industrijama. Tako se uvelike koristio ovaj alat kako bi osnažili timskih duh i upravljanje poslovnim procesima. Također, ovaj alat može pomoći i pri organiziranju vlastitih poslova. Virtualna ploča kao i prava može biti vrlo kompleksna s mnogo stupaca, redova i aktivnosti, ali može biti i jako jednostavna. U ovom poglavlju biti će prikazane neke od vrsta Kanban softverskih alata.

7.2.1. *LeanKit*

LeanKit je softver kojim upravljaju četiri mlada stručnjaka, koji su kroz svoja iskustva naučili da alati koji se koriste u projektnom menadžmentu, a pogotovo u Lean menadžmentu, nisu dobri. Ponukani takvim spoznajama, došli su na ideju da naprave novi softver koji bi pomogao ljudima u struci diljem svijeta. Kroz opušten pristup klijentima i zabavan način rada, ovaj program bilježi velike uspjehe. [29]

Osnivači u želji da se razbije mit o tome da su ljudi glavni krivci zašto projekti ne uspijevaju, stvaraju vizualni prikaz Lean menadžmenta koji optimizira individualnu i timsku učinkovitost. Tako da koriste više humanistički, a ne mehanički pristup produktivnosti.

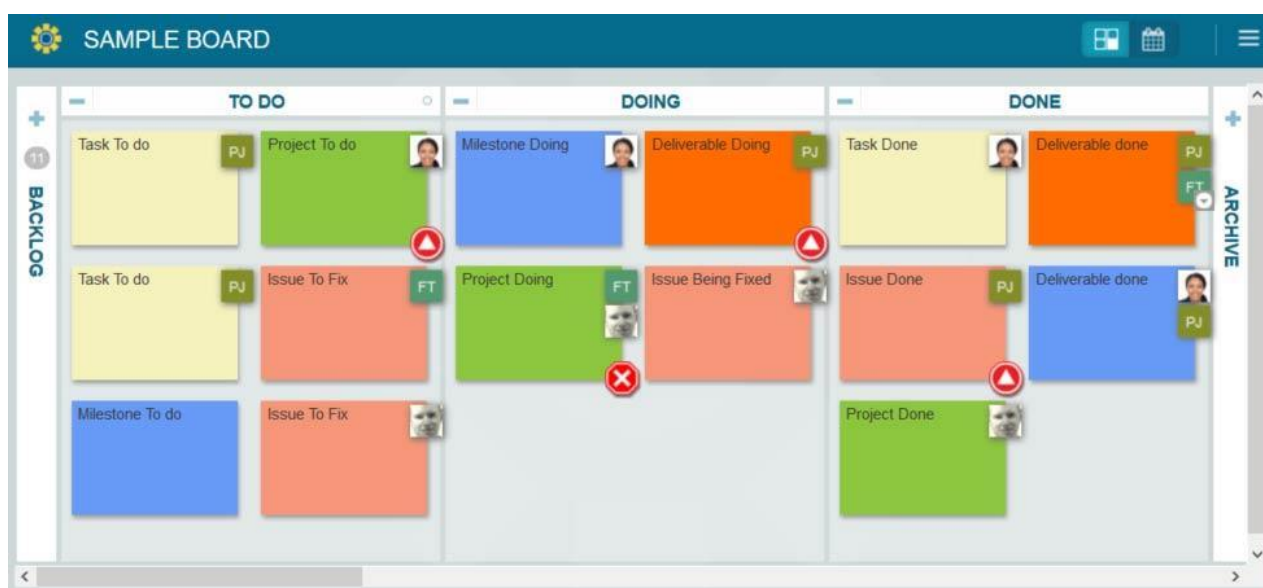
Ovaj softver vođen je kroz tri principa, a to su vizualizacija, suradnja i poboljšanje. Njihova poslovice glas: „Ostanite informirani i uvijek gledajte na timski rad i napredak procesa.“. Korištene LeanKit-a je način za jednostavnije i efektivnije poslovanje.



Slika 7.3. LeanKit logo i njihova tri osnovna načela [29]

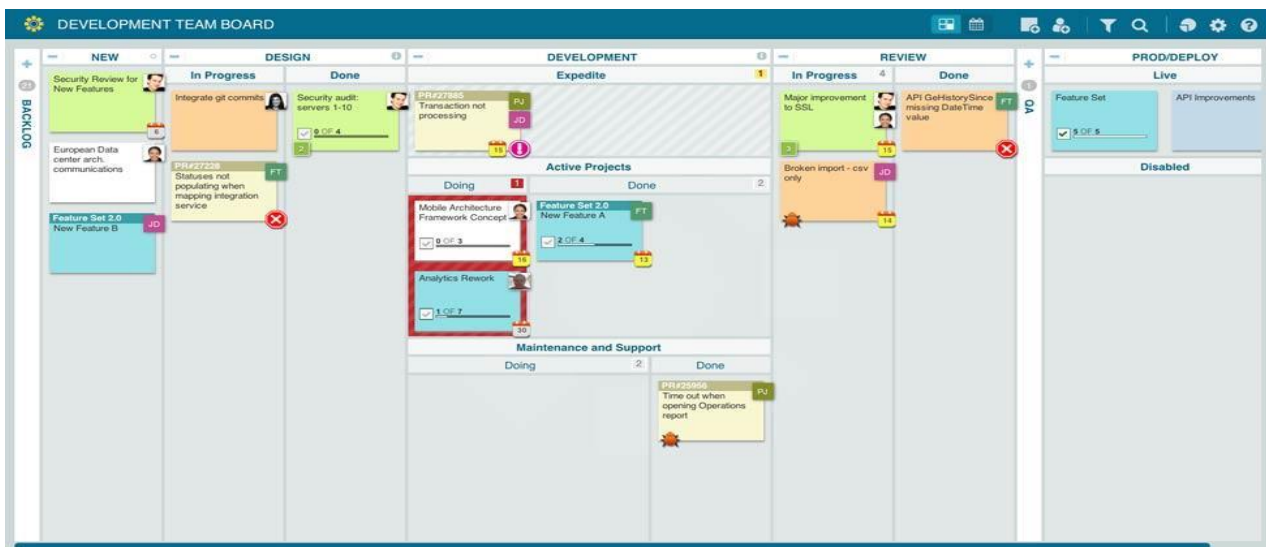
LeanKit omogućuje vizualizaciju vlastitog procesa, učinkovitije surađivanje i utvrđivanje mogućnosti za poboljšanje. To je vrlo fleksibilna platforma za dizajniranje i implementaciju Lean menadžmenta, ali posebno se specijalizirala za Kanban. LeanKit pruža uslugu u stvarnom vremenu što ga čini idealnim alatom za upravljanje kako projekata, tako i poslovnih procesa.

Kako LeanKit radi? Na principu kao što i svaki Kanban sustav. Ovaj intuitivni softver pruža jedinstven i sažet pregled rada kojima timovi mogu lako pristupiti i djelovati s više lokacija, uređaja ili sustava.



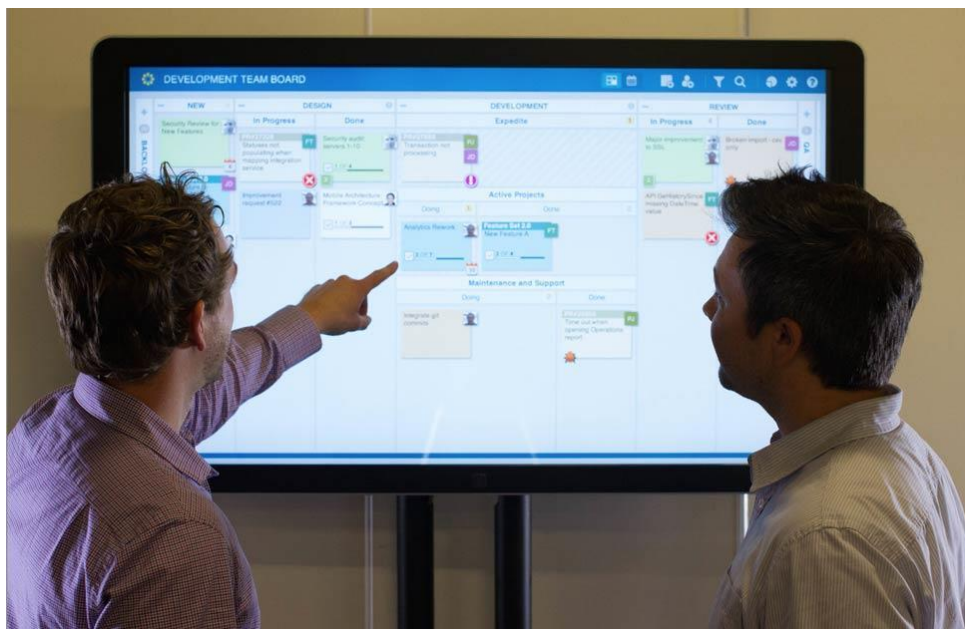
Slika 7.4. LeanKit softver izvedba jednostavne Kanban ploče [29]

Vizualizacija tijeka rada vrlo je važna za ovaj softver. Kao što je i smisao Kanbana ovdje se lako može vidjeti kako se tijek rada razvija kroz procese koje obavlja cijeli tim. LeanKit omogućuje da se definira i razvija proces, a da ne ograničava način rada. Kako se proces mijenja, tako se jednostavno mijenja i izgled ploče te time prikaz na ploči točno odražava korak s progresom kojeg tim obavlja.



Slika 7.5. Prikaz tijeka rada na Kanban ploči u LeanKit softveru [29]

Timski rad uvijek je bolja solucija od individualnog. Takvim pristup ima LeanKit. Ovaj softver pomaže timu da ostane cijelo vrijeme u kontaktu i da bude informiran, bez obzira nalaze li se njegovi članovi u istoj sobi ili na nekoj drugoj geografskoj lokaciji. Time smanjujemo rizik nesporazuma, propusta i kašnjenja. Mnogi timovi također imaju prikaze svojih LeanKit Kanban ploča na touchscreen monitorima kako bi surađivali zajedno na planiranju i izvršavanju rada.

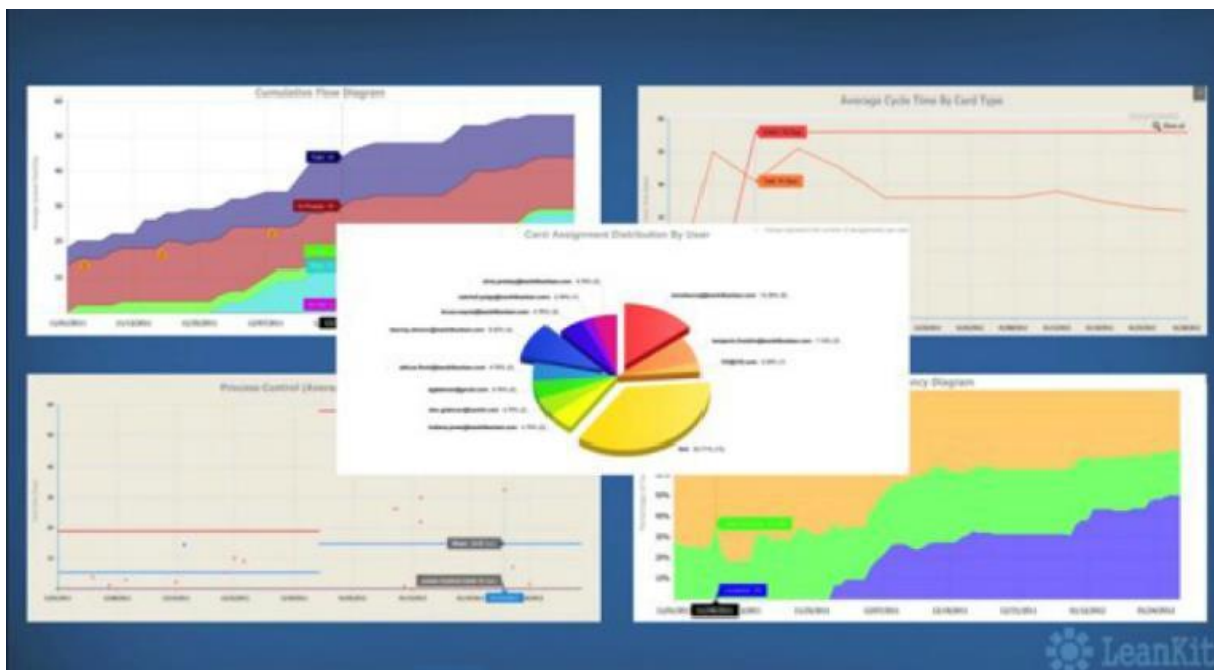


Slika 7.6. Timski rad na touchscreen monitoru [29]

Prednost LeanKit softvera je u tome što je dostupan na svi uređajima. Danas svi posjeduju pametne telefone na koje je moguće instalirati aplikaciju LeanKit te tako koristiti ovaj softver bilo gdje i biti u mogućnosti uvijek komunicirati unutar tima. Osim komunikacije, aplikacija na pametnim telefonima i tabletima omogućuje promjenu statusa, promjene planova, dodavanje komentara na neke zadatke te mnoge druge stvari koje možemo napraviti i na računalima.

Za razliku od pravih Kanban ploča u stvarnosti prednost LeanKit virtualne ploče je u tome što se u bilo kojem trenutku može vratiti na stanje u prošlosti, kako bi se točno vidio napredak koji je ostvaren. Tako da osim tijeka rada, ova ploča koristi i kalendar te LeanKit softver omogućuje da se vidi što je tko radio sada i u prošlosti te kako i kada to treba biti učinjeno. Kada se ovako posao čini vidljivim za sve daje se prednost timu, jer je u mogućnosti razviti zajedničko razumijevanje djelovanja.

LeanKit softver posjeduje vrlo dobru sposobnost izvještavanja i analitike koji mogu pomoći pri identificiranju mogućnosti za kontinuirano poboljšanje. Postoji opcija da se izmjeri učinkovitost procesa pomoću podataka kao što su kvaliteta, vodeće vrijeme, tijek rada i propusnost. Ovakve opcije u softverima sličnima ovom uvijek su dobrodošle i one su jedan od razloga zašto je LeanKit toliko uspješan.



Slika 7.7. Grafički prikaz mjerenja efikasnosti

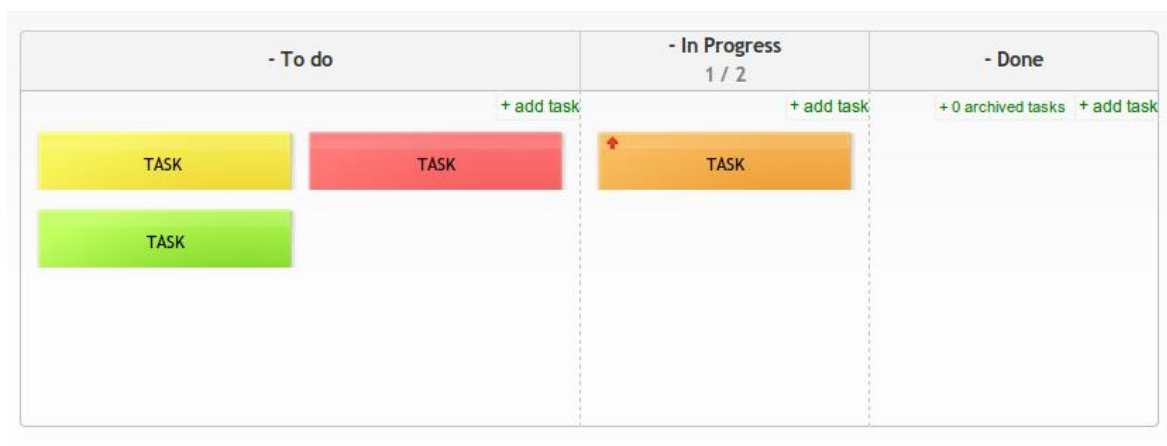
Integracija s drugim sustavima vrlo je poželjna, jer na taj način možemo iskoristiti mogućnosti nekih drugih softvera. LeanKit vrlo dobro stoji po tom pitanju, jer je u mogućnosti integrirati se s preko 250 web aplikacija te preko 10 softvera kao MS Visual Studio koji može unaprijediti proces. [29]

7.2.2. Kanban Tool

Za razliku od ostalih softvera, ovo je web aplikacija koja ne zahtjeva instalaciju programa, već se može koristiti u bilo kojem internet browseru. To je jedna od prednosti Kanban Tool-a, a s druge strane ograničenje, jer posjeduje samo Kanban ploče u raznim izvedbama te ima opciju analitike koja može mjeriti uspješnost Kanban sustava. U sljedećem dijelu teksta proučeno je pet osnovnih izvedbi Kanban ploče koju nudi Kanban Tool. [34]

1. Osnovna Kanban ploča

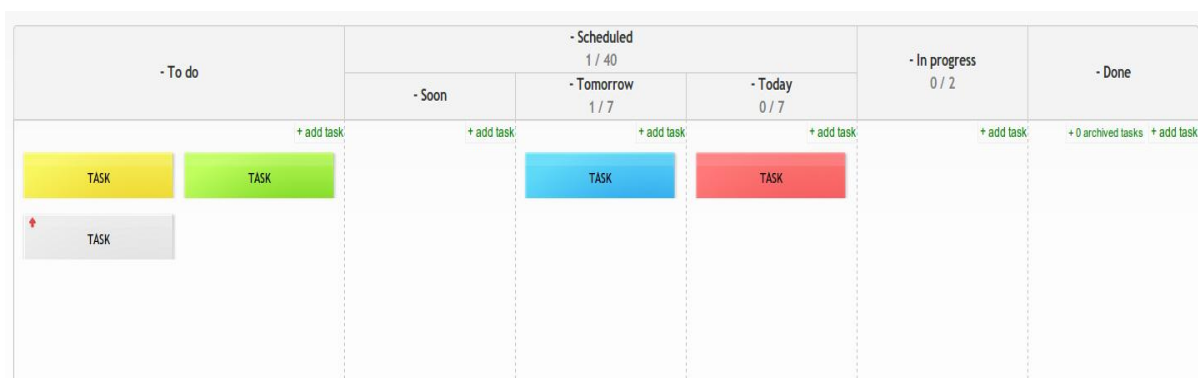
- Koristi jednostavni tijek rada, prikladna je i jednostavna za organizaciju vlastitih poslova i vremena



Slika 7.8. Osnovna Kanban ploča [34]

2. Vremenski ovisna Kanban ploča

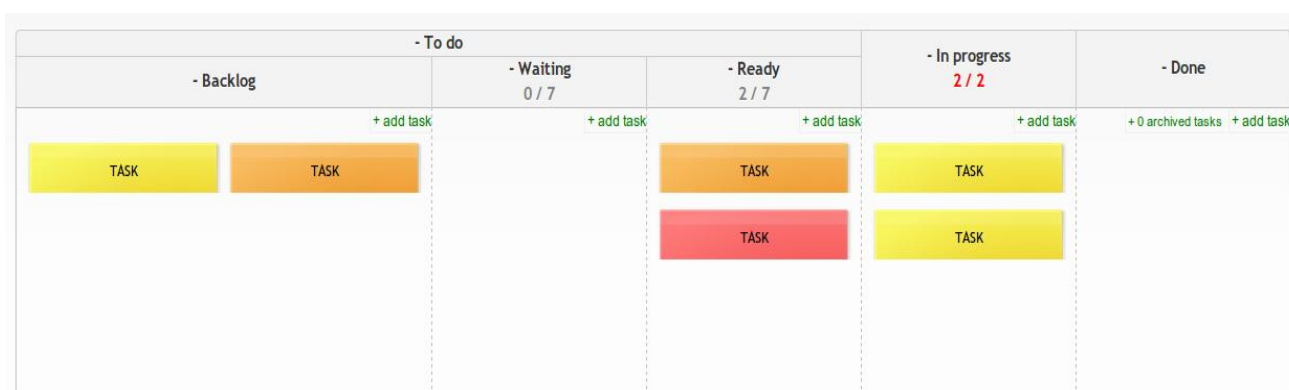
- Osnovna ploča s jednostavnim tijekom rada, ali je određena vremenom. Najbolje se može iskoristiti kad se planiranje bazira na vremenu



Slika 7.9. Vremenski ovisna Kanban ploča [34]

3. Kanban ploča ovisna o događajima

- Verzija ploče na koju utječu događaji. Najbolje se može iskoristiti ako postoji neki vanjski događaj (npr. odobrenje) koji može odrediti koji su zadatci spremi za korištenje.



Slika 7.10. Kanban ploča ovisna o događajima [34]

4. Osnovna ploča za timove

- Do sada u diplomskom radu podrazumijevala se ovakva vrsta ploče. Odnosila se na tim ljudi odgovornih za procese i projekte. To je osnovni oblik koji je bio opisan u poglavlju 5.2.

5. Kanban ploča za razvoj proizvoda

- Ovakva ploča pomoći će da se iskoriste sve prednosti timskog rada kada je u pitanju razvoj proizvoda. Osim ove izvedbe postoji i izvedba za upravljanje prodajom.



Slika 7.11. Kanban ploča za razvoj proizvoda [34]



Slika 7.12. Kanban ploča za upravljanje prodajom [34]

Postojanje analitike u Kanban Tool-u puno pomaže pri praćenju rezultata i utjecaja Kanban sustava na procese u kojima djeluje. Ovaj softver tj. web aplikacija dosta je ograničena, ali radi jednostavnosti korištenja često se poduzeća oslanjaju na nju. Sposobnost analitike koju posjeduje svodi se na vremensko izvješće, prikaz vremena vođenja, kumulativni tok, graf podjele poslova i tablice u kojima je zabilježena svaka promjena koja se dogodila na Kanban ploči.

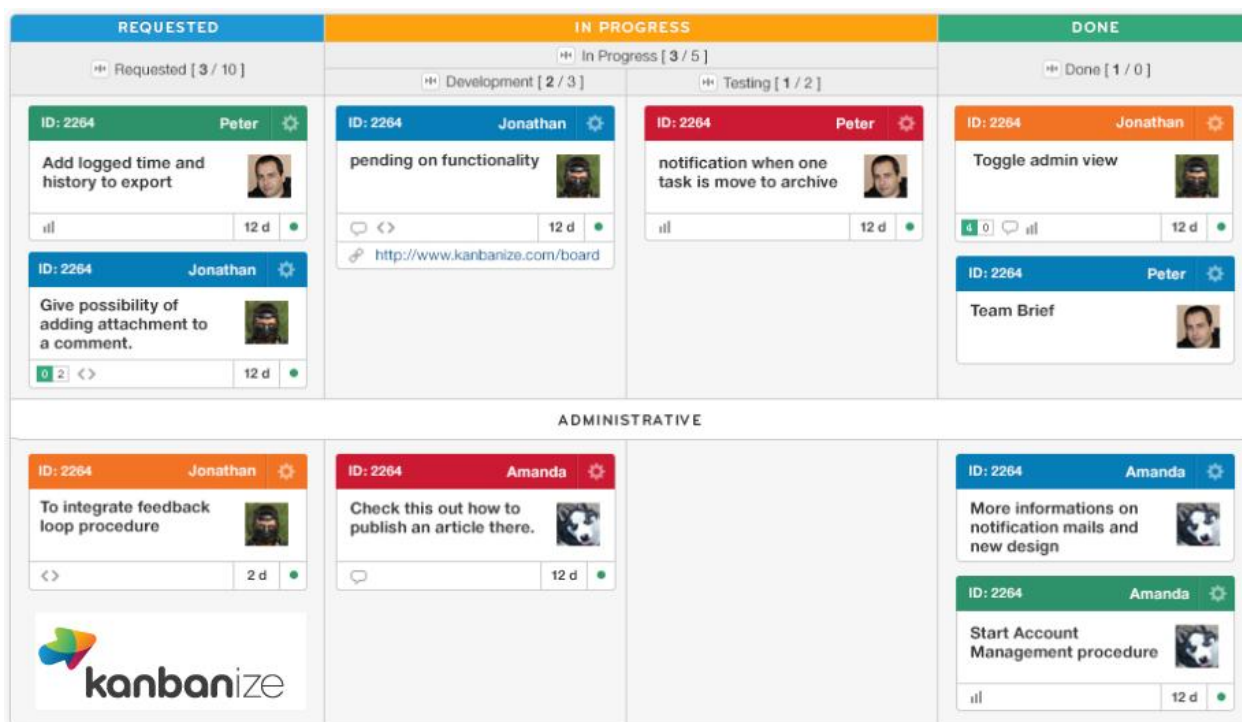
7.2.3. Kanbanize

2008. godine, iz kompanije BusinessMap počeo se razvijati softver Kanbanize koji je donio jednostavnost, produktivnost i učinkovitost za svakoga tko se odlučio koristiti ovim softverom. Iz ove kompanije iznimno su ponosni na činjenicu da je Kanbanize jedini softver koji

vrlo puno pažnje pridaje detaljima. Radi iskustva u Lean razvoju proizvoda koje imaju osnivači ove kompanije smatraju da su to njihove dvije najveće prednosti u odnosu na konkurente. [30]

Iz BusinessMap-a smatraju da je Kanbanize primarni izbor nove generacije poduzeća i ljudi koji razmišljaju van okvira. Ovakvi softveri pomažu u revoluciji vizualno upravljanja projektima te uz besplatnu pomoć koju nudi Kanbanize, takva revolucija se može širiti i pomoći ostatku svijeta da se upozna sa Kanbanom koji može promijeniti sve vrste industrija.

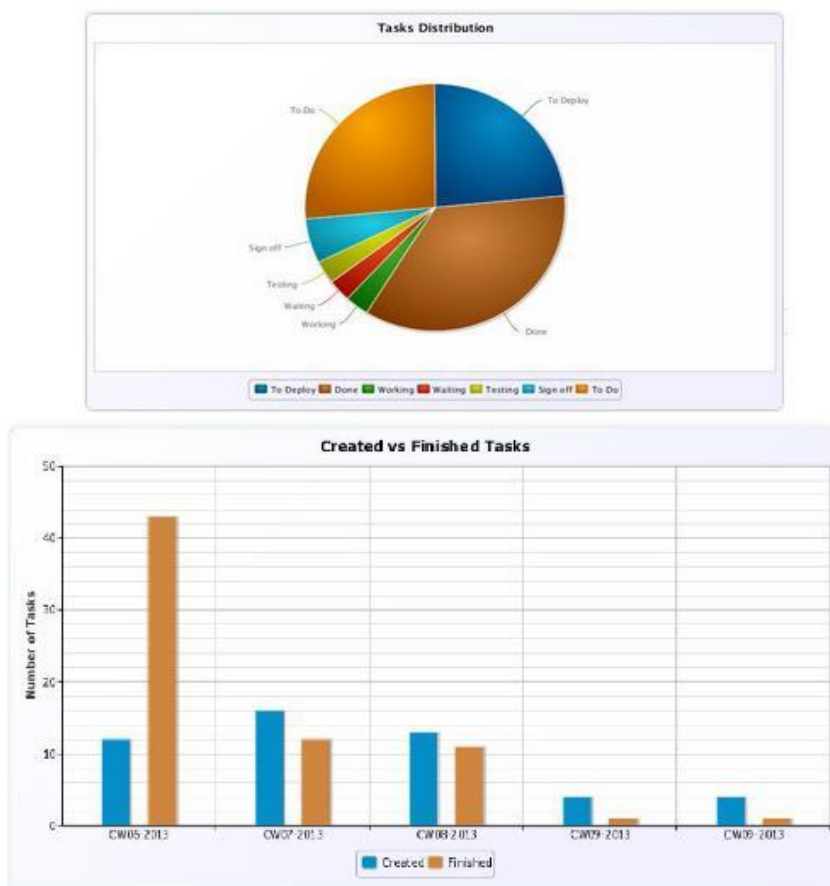
Ovaj softver predstavlja četiri stavke oko kojih oni smatraju da se sve događa. Govore o važnosti korištenja ploče, jer je ona najučinkovitiji način vizualizacije tijeka rada uz pomoć koje imam preglednost nad obavljenim poslom. Također, suradnja između svakog člana tima vrlo je bitna, jer uz njenu pomoć stvaramo vrhunske timove za obavljanje zadanog posla te štedimo vrijeme. Korištenje kartica daje fleksibilnost i jednostavnost Kanbanu. Te na kraju analitika koja najviše pomaže pri unaprjeđenju sustava. Ukoliko objektivno postavimo mjere koliko smo dobro ili loše poslovali Kanbanize će pronaći probleme sustava te ih ukloniti.



Slika 7.13. Uobičajeni izgled Kanban ploče u Kanbanize softveru [30]

Kao i većina do sada predstavljenih softvera i Kanbanize ima svoja tri osnovna principa odnosno značajke, a to su: vizualizacija tijeka rada, ograničenja rada i analizu rada. S vizualizacijom smo već dobro upoznati kako kroz teoriju tako i kroz prethodne softvere, a isto vrijedi i za ograničenja u radu. Fokus je stavljen na značajke mjerenja i analizu rada.

Kanbanize je poznat po svojim vrlo dobrim modulima za analizu rada. Dijagrami koje nudi ovaj softver izlaze iz okvira uobičajenog te posjeduju mogućnost da se podaci sami popunjavaju. Uz pomoć dijagrama kumulativnog toka, vremena ciklusa, raspodjele zadataka i mnogih drugih, može se pratiti i optimizirati poslovanje na vrlo jednostavan i pregledan način. Izvještavanje i praćenje vremena rada stavka je koja pomaže pri praćenju rada svake pojedine osobe. Kanbanize može pratiti vrijeme svake osobe koja je radila na određenom zadatku, a ta vremena kasnije koristimo pri generiranju raznih dijagrama i grafova koji mogu vizualizirati vrijeme ciklusa.



Slika 7.14. Dijagram raspodjele zadataka i dijagram kreiranih i izvršenih zadataka [30]

Kanbanize nudi poveznice između zadataka uz pomoću kojih je puno lakše pratiti odnose koji se mogu prikazati u dijagramu zadataka. To je zanimljiv način rada, jer se omogućuje delegiranje cijele poslovne jedinice odnosno delegiranje posla kojeg drugi moraju izvršiti, dok nadređena osoba može pratiti sve na razini Kanban ploče s jednoga mjesta.

7.2.4. *Kanbanery*

Za razliku od svi navedenih softvera ili web aplikacija, Kanbanery je poseban, jer je vrlo sažet i osim svojih značajki ne predstavlja korisniku ništa više. Na njihovoj službenoj stranici nema mnogo teksta, već kao da šalju poruku da znaju tko su njihovi klijenti. Oni svoje klijente mogu dobiti na znatiželju i jednostavnost. Nema mnogo slika iz samog softvera, nema mnogo objašnjenja rada, što je potpuno drugačije od konkurencije. Oni kroz korištenje softvera žele naučiti i pokazati svim budućim klijentima kako Kanbanery funkcionira i uz čiju jednostavnost nudi mnogo tutoriala. Kanbanery značajke neće se opisivati mnogo, jer su one gotovo iste kao i kod svih konkurenata. Sastoji se od kreiranja ili kopiranja Kanban ploča na temelju predložaka, posjeduje aplikacije za pametne telefone i tablete, ima omogućenu integraciju s nekoliko sličnih aplikacija, posjeduje RSS sustav koji nas obavještava u istoj sekundi kada se događaju neke promjene na ploči. Osim toga ima detaljan način izvještavanja, kao i prije navedeni softveru te mogućnost detaljnog opisavanja zadatka i može raditi na svim operativnim sustavima. [31]



Slika 7.15. Logo Kanbanery softvera

Radi primjene Kanban sustava iz poduzeća Artum3 d.o.o. u softveru Kanbanery, u nastavku teksta detaljnije će se objasniti rad u Kanbanery-u i biti će detaljnije prikazane sve njegove mogućnosti.

7.3. Primjena softvera

Radi već spomenute jednostavnosti, a velike lepeze mogućnosti, Kanbanery softver je odabran kao najpogodniji za primjenu na prikazanom primjeru iz prakse. Prilikom prvog korištenja Kanbanery-a pojavljuje se tutorial odnosno jednominutni vodič koji će ukratko objasniti neke osnovne stvari. Kroz sljedećih nekoliko slika vidjeti će se način na koji sve počinje, kada je u pitanju Kanbanery.

The One-Minute Guide to Getting Things Done with Kanbanery!

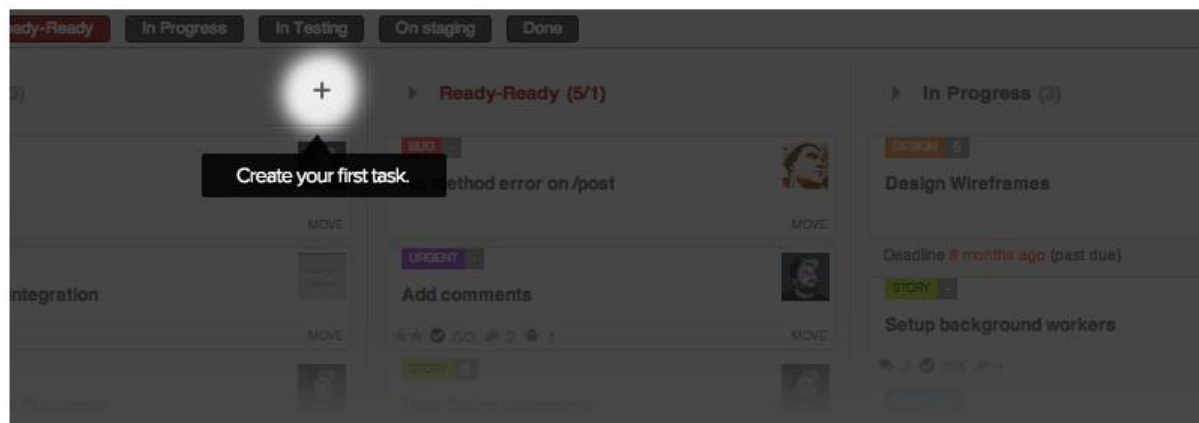
1: Add tasks

2: Set up your board

3: Move tasks

4: Invite coworkers

Create tasks by clicking on the icon at the top of the first list, or just type the letter a (Type ? for a full list of keyboard shortcuts).

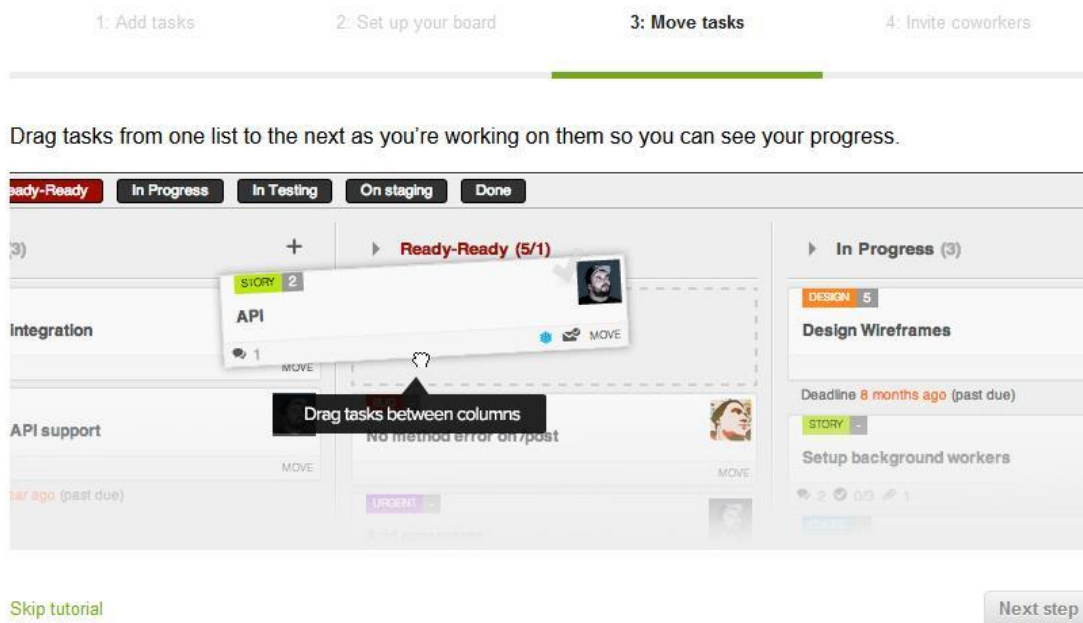


Skip tutorial

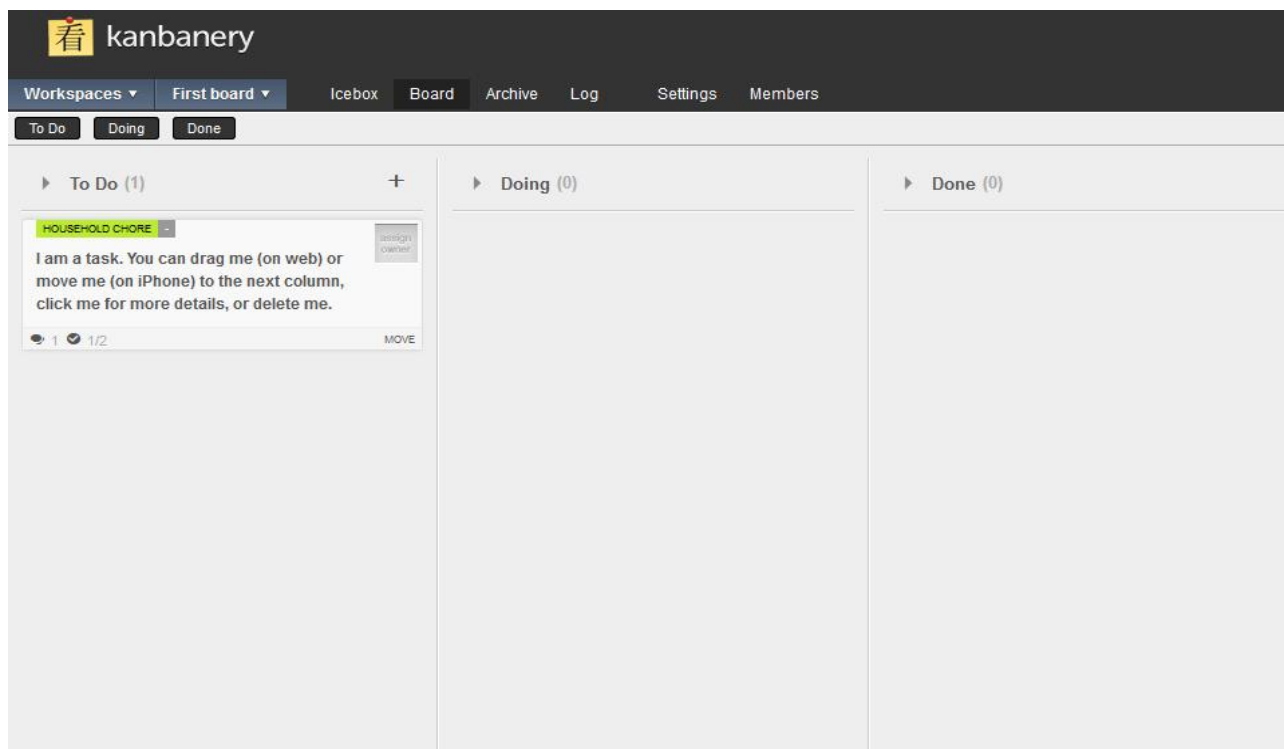
Next step

Slika 7.16. Mogućnost dodavanja novih zadataka

The One-Minute Guide to Getting Things Done with Kanbanery!

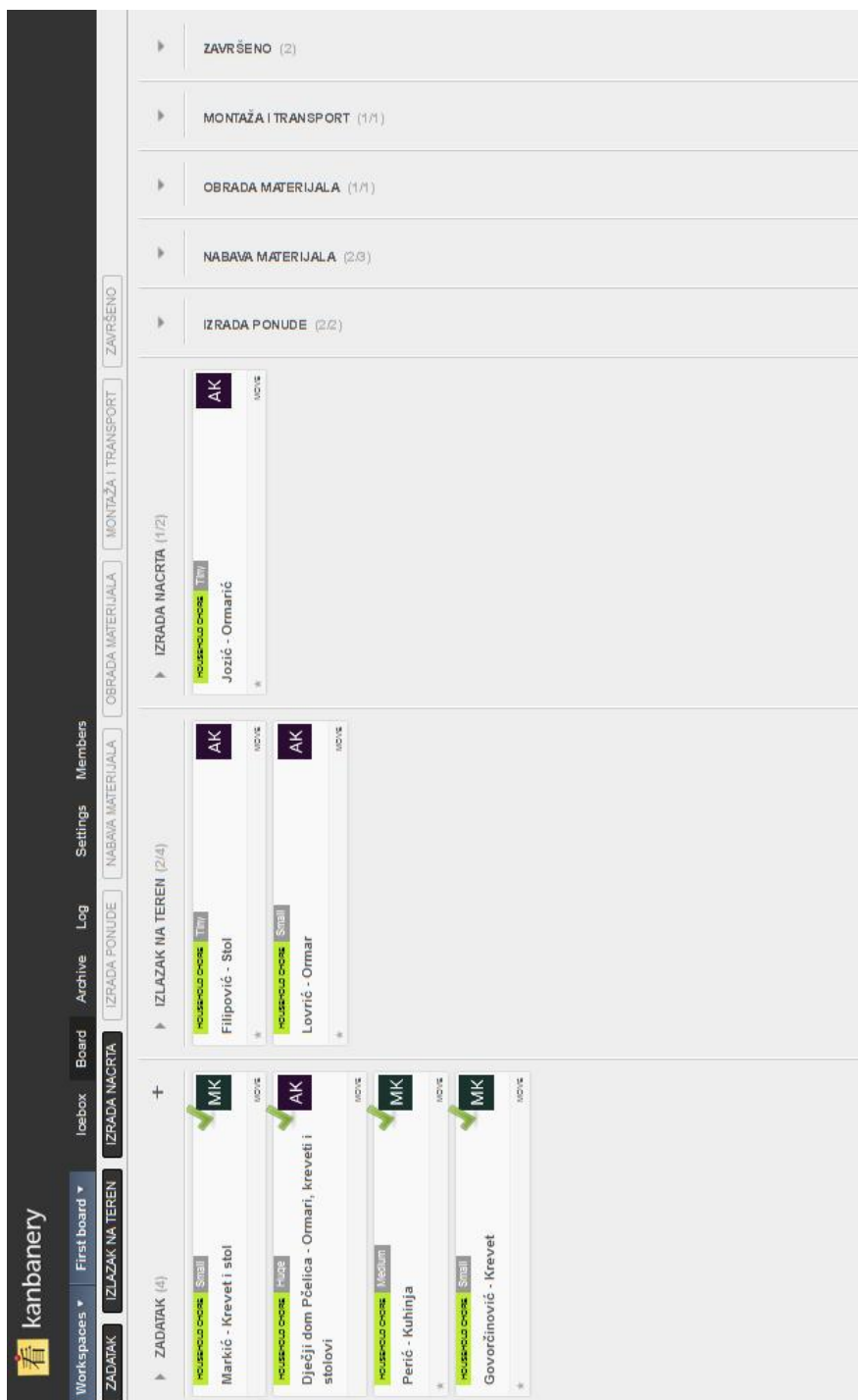


Slika 7.17. Prikaz jednostavnog premještanja zadatka kada je posao obavljen

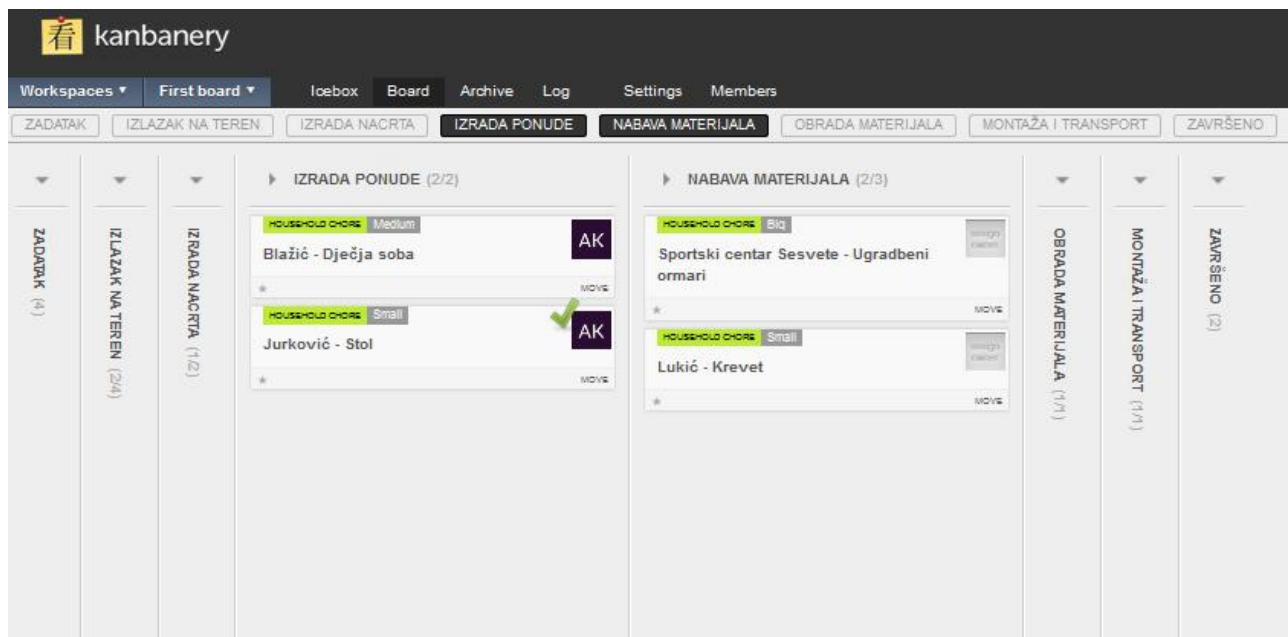


Slika 7.18. Kanbanery Kanban ploča na početku

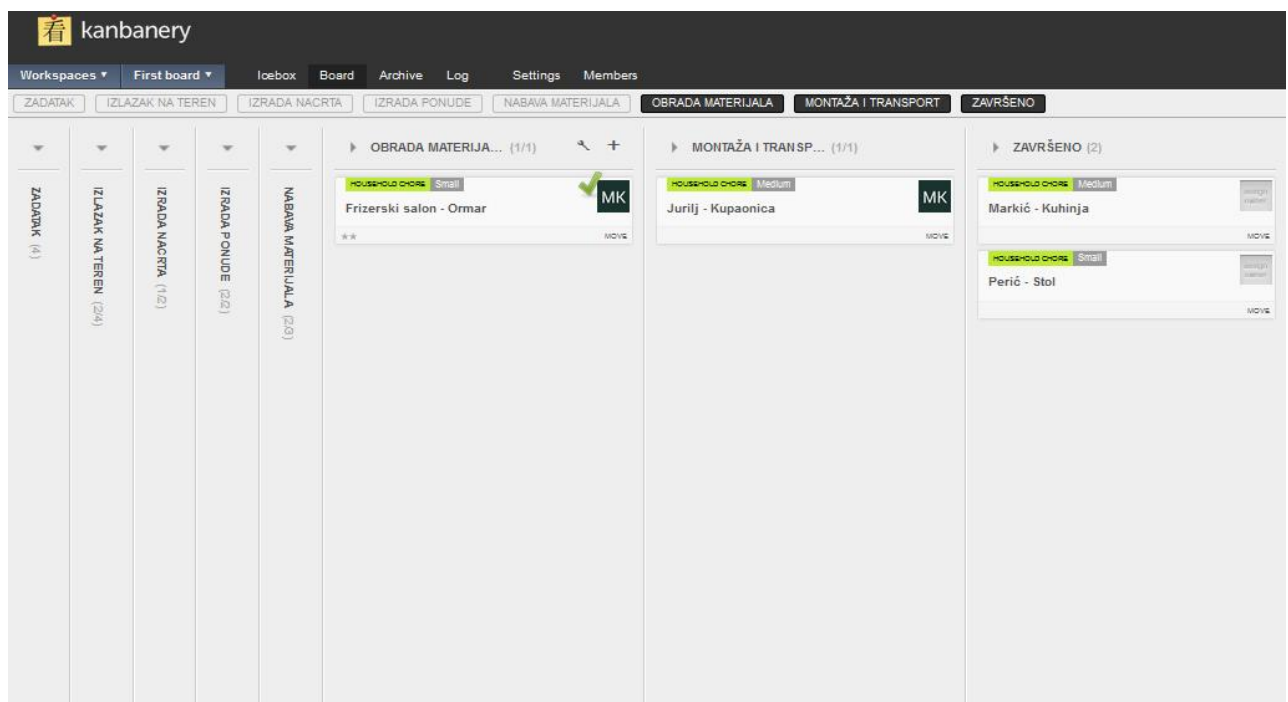
Već prije je prikazana Kanban ploča u poduzeću Artum3 skupa sa njihovim ograničenjima i zadacima koji su se nalazili na njoj. Sada je uz pomoć Kanbanery-a ta istu ploču napravljena softverski.



Slika 7.19. Kanban ploča Artum3 proizvodno sustava u Kanbanery softveru, 1. dio



Slika 7.20. Kanban ploča Artum3 proizvodno sustava u Kanbanery softveru, 2. dio



Slika 7.21. Kanban ploča Artum3 proizvodno sustava u Kanbanery softveru, 3. dio

8. ZAKLJUČAK

Cilj ovog diplomskog rada bio je prikaz jednog od Lean alata, točnije Kanbana. Kroz rad je prikazano kako Kanban smanjuje gubitke, troškove i vrijeme te pronalazi rješenja koja će unaprijediti proizvodni proces u poduzeću. Također, obuhvaćen je opći opis Leana kao filozofije i metodologije što općenito, a što kroz povijesti. Menadžment nije jedini dio poduzeća gdje se može primjene Lean, već se kroz tekst saznaje da je primjenjiv u administraciji, a najbitniji dio primjene se odnosi na razmišljanje i proizvodne odnosno inženjerske funkcije poduzeća.

Cilj Lean filozofije postizanje stanja u kojemu se svi resursi isključivo koriste za dodavanje vrijednosti proizvodu, a sve ostale aktivnosti za koje se ispostavi da stvaraju gubitke, se eliminiraju. Drugačije rečeno, Lean omogućuje poboljšanja uklanjanjem suvišnih pojava, a suvišnim se smatra sve što ne predstavlja vrijednost iz perspektive kupca, odnosno sve aktivnosti koje ne doprinose stvaranju dodane vrijednosti.

Lean sastoji od pet glavnih načela, koji kad su provedeni u redoslijedu, generiraju temelj visokog učinka proizvodnje. Držeći se tih načela moguće je postići sve zadane ciljeve za poboljšanje poduzeća. Uz njihovu pomoć pokušavamo izbjeći sve gubitke koji su raspoređeni u sedam skupina, a zastupljeni su u svim procesima proizvodnje. To su prekomjerna proizvodnja, transport, čekanje, prekomjerna obrada, zalihe, nepotrebni pokreti i škart.

Lean alati su osmišljeni kako bi poduzeća lakše i uspješnije primjenjivala i kombinirala načela Lean-a, u svrhu usavršavanja samog procesa i proizvoda. Kroz rad su prikazani mnogi alati, ali Kanban je detaljno opisan i primijenjen u poduzeću. Kanban je danas najpoznatija metoda za agilno upravljanje procesima. Ne zahtijeva promjenu postojeće organizacije, pa se stoga općenito smatra da je njegova primjena jednostavna, no i dalje zadržava svoju učinkovitost.

Glavna misao Kanbana je zaustavljanje započinjanja zadataka odnosno poslova, ukoliko je proizvodni postupak ugušen radi njihove količine. Fokus je na organiziranom rješavanju zadataka, dobroj raspodjeli poslova te na uključenosti svih zaposlenika u proces poboljšanja proizvodnog postupka i cijelog poduzeća.

Kroz primjenu Kanban sustava na proizvodni proces izrade namještaja u poduzeću Artum3, najbolje se mogu vidjeti sve njegove prednosti. Rezultati primjene vide se u tablici

metrike koja pokazuje bitna poboljšanja u cijelom proizvodnom postupku. Smanjeno vodeće vrijeme, povećanje kvalitete, izbacivanje viškova i organiziranost samo su neka od poboljšanja koje je Kanban svojom primjenom donio u poduzeće. Kroz vrijeme sve navedene stavke još će se popraviti, jer Kanban nije nešto što se implementira i samim time završava. To je proces poboljšanja koji neprekidno traje.

LITERATURA

- [1] Predavanja iz kolegija "Osnove menadžmenta" sa Fakulteta Strojарstva i Brodogradnje, prof. N. Štefanić
- [2] Womack, James P., Daniel T.: Lean Thinking – New York: Simon&Schuster, 1996.
- [3] D. J. Anderson: Kanban: Successful Evolutionary Change for Your Technology Business, 2010.
- [4] Eric Ries: The Lean Startup, 2011.
- [5] Mekong Capital: Introduction to Lean Manufacturing – Vietnam, Lipanj 2004.
- [6] http://en.wikipedia.org/wiki/Lean_manufacturing
- [7] <http://en.wikipedia.org/wiki/Lean>
- [8] www.fsb.hr/ctt/prezentacije/stefanic.pps
- [9] www.lean.org
- [10] <http://www.cio.com/article/2393677/agile-razvoj/how-the-kanban-method-changes-software-engineering.html>
- [11] <http://www.everydaykanban.com/what-is-kanban/>
- [12] <http://kanbanblog.com/explained/>
- [13] http://international.leanbusiness.fr/Lean/Lean_Management.html
- [14] <http://www.suvremena.hr/23409.aspx>
- [15] <http://www.manufacturingweekly.com/top-10-lean-manufacturers-who-made-the-cut-why-and-10-lessons-learned/>
- [16] <http://www.shmula.com/nike-lean-manufacturing-example-good-policy-deployment/13755/>
- [17] http://reports.caterpillar.com/yir/segments_enterpriseResource_story2.html
- [18] <http://bmjopen.bmj.com/content/3/10/e003605.full?rss=1>
- [19] http://www.systems2win.com/c/time_definitions.htm
- [20] <http://www.leanengineering.com/>
- [21] <http://www.lean.enst.fr/wiki/pub/Lean/LesPublications/LeanEngineeringWorkingPaper.pdf>

- [22] http://issuu.com/kvaliteta.net/docs/ercg_a_rad
- [23] <http://www.d3tech.net/consulting.php>
- [24] <http://www.netokracija.com/lean-startup-pokret-56980>
- [25] <https://www.crisp.se/file-uploads/kanban-kick-start.pdf>
- [26] <http://www.presentationeze.com/blog/key-benefit-implementing-kanban-pull-process/>
- [27] <http://www.manufactus.com/wp-content/uploads/2011/11/kanban-implementation-typical-mistakes.pdf>
- [28] <http://www.agilezen.com/tour/>
- [29] <http://leankit.com/>
- [30] <https://kanbanize.com/>
- [31] <https://kanbanery.com/>
- [32] <http://lean.enst.fr/wiki/pub/Lean/LesPublications/LeanDevBalleBalle.pdf>
- [33] http://www.4lean.net/cms/index.php?option=com_content&view=article&id=70&Itemid=188&lang=en
- [34] <http://kanbantool.com/kanban-board-examples>